

Universidade de Lisboa  
Instituto de Geografia e Ordenamento do Território



**Aplicação dos SIG no desenvolvimento de Metodologia para a Delimitação e  
Tipificação das Zonas de Intervenção Operacional em Barragens de Classe I**

**Telma José Lampreia Ramos**

Dissertação orientada  
pelo Prof. Doutor Eusébio Joaquim Marques dos Reis

Mestrado em Sistemas de Informação Geográfica e Modelação Territorial aplicados ao  
Ordenamento

2018



Universidade de Lisboa  
Instituto de Geografia e Ordenamento do Território



**Aplicação dos SIG no desenvolvimento de Metodologia para a Delimitação e  
Tipificação das Zonas de Intervenção Operacional em Barragens de Classe I**

**Telma José Lampreia Ramos**

Dissertação orientada  
pelo Prof. Doutor Eusébio Joaquim Marques dos Reis

Júri:

Presidente: Professora Auxiliar Susana da Silva Pereira do Instituto de Geografia e Ordenamento do Território da Universidade de Lisboa;

Vogais:

- Investigadora Auxiliar Maria Teresa Fontelas dos Santos Viseu do Laboratório Nacional de Engenharia Civil (LNEC)
- Professor Auxiliar Eusébio Joaquim Marques dos Reis do Instituto de Geografia e Ordenamento do Território da Universidade de Lisboa (Orientador).

2018



## RESUMO

A existência de barragens, normalmente está associada a benefícios locais e regionais, tais como o armazenamento de água para abastecimento urbano, rega, combate a incêndios, turismo e navegação, energia hidroelétrica e reserva de água para fins estratégicos. Por outro lado, poderão existir impactos ambientais, económicos e sociais considerados negativos, que advêm de uma possível rotura da barragem.

Desta forma, há que fazer face ao risco de rotura de barragens, através de um Planeamento de Emergência simples, atempado e flexível, com o intuito de minimizar e limitar os danos no exterior da barragem provocados por acidente grave ou catástrofe. Assim, através dos Sistemas de Informação Geográfica (SIG) é possível selecionar e combinar processos de trabalho, apoiados em métodos lógicos que permitem, através da conjugação de elementos, o fornecimento de informação útil para a tomada de decisão sobre uma determinada área.

Na presente dissertação é desenvolvida uma metodologia, assente em um conjunto de procedimentos, e baseada em estimativas, construção de superfícies de custo e análise multicritério, que poderão ser aplicadas a áreas afetadas por rotura de barragens, mais precisamente no que se refere à população, edifícios e alojamentos afetados e à delimitação e tipificação da localização das Zonas de Intervenção Operacional, recorrendo aos SIG.

Para a realização do trabalho selecionou-se a Barragem de Odivelas, localizada no distrito de Beja, concelho de Ferreira do Alentejo. Considera-se a presente barragem como de âmbito supradistrital, visto que, em caso de rotura, a onda de inundação se estende por mais do que um distrito, neste caso Beja e Setúbal.

Para além do trabalho de pesquisa literária nacional e internacional sobre barragens, como forma de obtenção de um conjunto de indicadores que facilitem o estudo da população, dos edifícios e dos alojamentos presentes na área inundável e a delimitação e tipificação das zonas no caso de estudo, é essencial analisar-se a cartografia existente no Plano de Emergência Interno (PEI) da Barragem, nomeadamente a área inundável e a delimitação da Zona de Autossalvamento (ZAS).

**Palavras-chave:** Rotura de barragens; Planeamento de Emergência; Zonas de Intervenção Operacional; Sistemas de Informação Geográfica (SIG).



## ABSTRACT

The existence of dams is usually associated with local and regional benefits, such as water storage for water supply, irrigation, fire fighting, tourism and navigation, hydroelectric power and water reserves for strategic purposes. On the other hand, there may be negative environmental, economical and social impacts that come from a possible rupture of the dam.

Thereby, the risk of dam rupture must be addressed through a simple, timely and flexible Emergency Planning, with the purpose of minimizing and limiting damage to the exterior of the dam caused by a major accident or catastrophe by the accident or catastrophe. Thus, through the Geographic Information Systems (SIG), it is possible to select and combine processes working, supported by logical methods that allow, through the combination of elements, the provision of information useful for decision making in a given area.

The present dissertation develops a methodology and a set of procedures, based on estimates, multicriteria analyzes, cost areas that can be applied to areas affected by dam rupture, more precisely on the population, buildings and dwellings affected and the delimitation and typification of the location of Operational Intervention Areas, using GIS.

For the accomplishment of the work the Odivelas Dam was selected, located in the district of Beja, municipality of Ferreira do Alentejo. The present dam is considered as supradistrital in scope, since in case of rupture, the flood wave extends through more than one district, in this case Beja and Setúbal.

In addition to the work of national and international literary research on dams, as a way of obtaining a set of indicators that facilitate the study of the population, buildings and dwellings present in the flooded area and the delimitation and typification of the zones in the case of study, it is essential to analyze the cartography existing in the Dam's Internal Emergency Plan, namely the flood area and the delimitation of the Self-Rescue Zone.

**Keywords:** Dam rupture; Emergency Planning; Operational Intervention Zones; Geographic Information Systems (SIG).





## LISTA DE SIGLAS E ACRÓNIMOS

<b>ABORO</b>	Associação de Beneficiários da Obra de Rega de Odivelas
<b>ANPC</b>	Autoridade Nacional de Proteção Civil
<b>APA</b>	Agência Portuguesa do Ambiente
<b>ARRIBAR</b>	Análise do Risco no Vale a Jusante de Barragens
<b>BGRI</b>	Base Geográfica de Referenciação de Informação
<b>COS</b>	Carta de Ocupação do Solo
<b>EFMA</b>	Empreendimento de Fins Múltiplos de Alqueva
<b>INE</b>	Instituto Nacional de Estatística
<b>NPA</b>	Nível Pleno de Armazenamento
<b>PEExt</b>	Plano de Emergência Externo
<b>PEI</b>	Plano de Emergência Interno
<b>PEPC</b>	Planos de Emergência de Proteção Civil
<b>RSB</b>	Regulamento de Segurança de Barragens
<b>SIG</b>	Sistemas de Informação Geográfica
<b>SIOPS</b>	Sistema Integrado de Operações de Proteção e Socorro
<b>TO</b>	Teatro de Operações
<b>ZA</b>	Zona de Apoio
<b>ZAS</b>	Zona de Autossalvamento
<b>ZCAP</b>	Zona de Concentração e Apoio à População
<b>ZCL</b>	Zona de Concentração Local
<b>ZCR</b>	Zona de Concentração e Reserva
<b>ZRnM</b>	Zona de Reunião de Mortos
<b>ZRR</b>	Zona de Receção de Reforços
<b>ZS</b>	Zona de Sinistro



## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço a todos aqueles que de uma forma direta ou indireta contribuíram para que esta dissertação fosse realizada:

Ao Prof. Doutor Eusébio Reis, orientador desta dissertação, pelas várias propostas e correções que enriqueceram bastante este trabalho. Agradeço também, todo o seu apoio e principalmente a sua disponibilidade e paciência.

À Autoridade Nacional de Proteção Civil (ANPC), por mostrar interesse pelo trabalho em questão.

À Direção Geral do Território (DGT) e às Câmaras Municipais de Ferreira do Alentejo, Grândola e Alcácer do Sal pela disponibilização de dados digitais essenciais para o desenvolvimento do trabalho.

Aos meus amigos e aos meus colegas de trabalho pelo incentivo que me prestaram e por poder contar com eles, ao Eng.º Carlos Mendes, à Dra. Patrícia Pires e aos meus colegas de Divisão.

Um agradecimento especial à Dra. Sandra Serrano que nunca me deixou desistir e sempre me ajudou.

À minha família, em especial aos meus pais, irmã, sobrinhos e namorado pelo apoio prestado, disponibilidade e incentivo.

A todos o meu muito obrigado!



## **ÍNDICE**

1. INTRODUÇÃO .....	1
1.1. Objetivo e tema do trabalho .....	2
1.2. Legislação aplicável.....	3
1.3. Estrutura da dissertação.....	6
2. ENQUADRAMENTO TEMÁTICO .....	9
2.1. Conceitos .....	9
2.1.1. Barragens e Rotura de barragens.....	9
2.1.2. Risco de acidente ou de incidente.....	11
2.1.3. Zona de autossalvamento .....	12
2.1.4. Onda de inundação.....	12
2.1.5. Planos de Emergência de Proteção Civil .....	12
2.1.6. Zonas de Intervenção Operacional.....	14
2.2. O risco nos vales a jusante de barragens .....	15
2.3. Gestão do risco nos vales a jusante de barragens .....	17
2.4. Histórico de acidentes graves ou catástrofes que envolvam a rotura de barragens.....	26
2.5. Legislação aplicável ao risco de rotura de barragens no Mundo e em Portugal .....	28
2.6. Os SIG e o estudo do planeamento de emergência em barragens.....	35
3. INFORMAÇÃO GEOGRÁFICA E CARACTERIZAÇÃO DA BARRAGEM DE ODIVELAS .....	39
3.1. Os SIG na análise da área inundável pela barragem de Odivelas .....	39
3.2. Descrição da informação geográfica utilizada.....	40
3.3. Caracterização da Barragem de Odivelas.....	41
3.4. Caracterização do vale a jusante da barragem .....	43
3.4.1. Ocupação do solo .....	43
3.4.2. Rede rodoviária .....	44
3.4.3. Pontes .....	45
4. METODOLOGIA E SISTEMATIZAÇÃO DE PROCEDIMENTOS PARA DELIMITAÇÃO E TIPIFICAÇÃO DAS ZONAS DE INTERVENÇÃO OPERACIONAL .....	47
4.1. Estimativa de população, alojamentos e edifícios habitacionais na área inundável.....	47
4.2. Estruturas de Suporte Operacional .....	51

4.2.1. Zonas de Concentração Local (ZCL) .....	63
4.2.2. Zonas de Concentração e Apoio à População (ZCAP).....	72
4.2.3. Zonas de Concentração e Reserva (ZCR) .....	78
4.2.4. Zonas de Reunião de Mortos (ZRnM).....	80
4.3. Articulação com as Zonas definidas nos Planos de Emergência de Proteção Civil .....	82
5. DISCUSSÃO DE RESULTADOS .....	85
6. CONSIDERAÇÕES FINAIS .....	89
Referências Bibliográficas .....	91
ANEXOS .....	99
ANEXO I .....	101
ANEXO II .....	105
ANEXO III .....	135

## **ÍNDICE DE TABELAS**

Tabela 1 - Classificação de barragens de acordo com a sua perigosidade e danos potenciais..	5
Tabela 2 - Tipos de barragens. ....	9
Tabela 3 - Exemplo de causas de roturas de barragens. ....	10
Tabela 4 – Descritores verbais para a atribuição de probabilidades.....	19
Tabela 5 – Principais ocorrências de cheias provocadas por roturas de barragens.....	27
Tabela 6 – Critérios de aplicação da legislação sobre segurança de barragens. ....	29
Tabela 7 – Regulamentos de Segurança e de Normas de Barragens em Portugal.....	30
Tabela 8 - Propriedades da informação utilizada no trabalho. ....	40
Tabela 9 - Características gerais da Barragem de Odivelas. ....	42
Tabela 10 – Rede rodoviária no vale a jusante da barragem de Odivelas.....	44
Tabela 11 – Pontes e respetivas vias no vale a jusante da barragem de Odivelas.....	46
Tabela 12 – Resumo do resultado das estimativas obtidas.....	50
Tabela 13 - Valores de reclassificação do mapa de declive. ....	55
Tabela 14 - Valores de reclassificação do mapa da rede viária. ....	56
Tabela 15 – Resumo dos procedimentos a adotar para a identificação das Zonas de Intervenção Operacional. ....	63
Tabela 16 - Procedimentos de classificação do mapa de aptidão ZCL para a gama 100-80. ...	65
Tabela 17 - Localização, área ocupada e capacidade máxima humana da ZCL.....	71
Tabela 18 - Localização, área ocupada e capacidade máxima humana da ZCAP. ....	77
Tabela 19 - Localização e área ocupada pela ZCR.....	80
Tabela 20 – Localização e área ocupada pela ZRnM. ....	82

### **Anexo I**

Tabela I.1 - Ocupação do solo (COS 2007) na área inundável .....	103
--	-----

### **Anexo II**

Tabela II.1 - Número de edifícios afetados pela inundação em cada subsecção estatística da BGRI .....	107
Tabela II.2 - Número de residentes afetados pela inundação em cada subsecção estatística da BGRI .....	111
Tabela II.3 - Número de indivíduos presentes afetados pela inundação em cada subsecção estatística da BGRI.....	119
Tabela II.4 - Número de alojamentos afetados pela inundação em cada subsecção estatística da BGRI.....	124
Tabela II.5 - Estimativa do número de residentes, indivíduos presentes, alojamentos e edifícios ao nível da subsecção estatística da BGRI .....	129

### Anexo III

Tabela III.1 - Ponderações atribuídas à COS (2007) para o modelo de atrito .....	137
Tabela III.2 - Ponderações atribuídas à COS (2007) para o modelo de aptidão .....	139
Tabela III.3 - Ponderações atribuídas aos elementos construídos para a localização da ZCL/ZCAP – Modelo de aptidão.....	142
Tabela III.4 - Ponderações atribuídas aos elementos construídos para a localização da ZCR – Modelo de aptidão .....	146
Tabela III.5 - Ponderações atribuídas aos elementos construídos para a localização da ZRnM – Modelo de aptidão.....	149
Tabela III.6 - Resumo das ponderações atribuídas aos diversos elementos construídos para o modelo de aptidão .....	152
Tabela III.7 - Comparação das ponderações atribuídas aos elementos construídos e à COS (2007).....	152



## **ÍNDICE DE FIGURAS**

Figura 1 – Diagrama das Zonas de um Teatro de Operações (TO). .....	15
Figura 2 – Gestão do risco nos vales a jusante das barragens.....	22
Figura 3 – Esquema exemplificativo do planeamento de emergência de barragens.....	24
Figura 4 – Barragem de Odivelas .....	41
Figura 5 – Enquadramento Administrativo da barragem de Odivelas e respetiva área de inundação.....	42
Figura 6 – Ocupação do solo (2007) na área inundável.....	44
Figura 7 – Redes Rodo e Ferroviária no vale a jusante da barragem de Odivelas .....	45
Figura 8 – Identificação dos edifícios afetados na área inundável e em cada BGRI.....	48
Figura 9 – Identificação dos edifícios afetados na área inundável. ....	49
Figura 10 - Esquema simplificado dos aspetos considerados na definição das Zonas de Intervenção Operacional.....	52
Figura 11 - Distribuição espacial do declive (°) na área de estudo (atrato). ....	54
Figura 12 - Declive reclassificado da área de estudo (aptidão). ....	55
Figura 13 - Aptidão para identificação da ZCL, resultante da combinação das ponderações atribuídas aos elementos construídos e às classes da COS 2007. ....	60
Figura 14 - Aptidão para identificação da ZCAP, resultante da combinação das ponderações atribuídas aos elementos construídos e às classes da COS 2007. ....	60
Figura 15 - Aptidão para identificação da ZCR, resultante da combinação das ponderações atribuídas aos elementos construídos e às classes da COS 2007. ....	61
Figura 16 - Aptidão para identificação da ZRnM, resultante da combinação das ponderações atribuídas aos elementos construídos e às classes da COS 2007. ....	61
Figura 17 - Exemplo da seleção de manchas de aptidão para a ZCL. ....	68
Figura 18 - Exemplo do preenchimento da tabela de atributos do tema relativo à população.....	69
Figura 19 - Localização das Zonas de Concentração Local (ZCL).....	71
Figura 20 - Localização das Zonas de Concentração e Apoio à População (ZCAP). ....	77
Figura 21 - Localização das Zonas de Concentração e Reserva (ZCR).....	80
Figura 22 - Localização das Zonas de Reunião de Mortos (ZRnM). ....	82



## 1. INTRODUÇÃO

As barragens foram ganhando ao longo dos tempos uma elevada importância para a sociedade, uma vez que são consideradas elementos indispensáveis à melhoria da qualidade de vida. Estas infraestruturas adaptam o regime natural das águas dos rios com a finalidade de facultar à sociedade: armazenamento de água para abastecimento urbano, fornecimento de água à indústria, irrigação, combate a incêndios, regularização e controlo de cheias, recreio e navegação, energia hidroelétrica e reserva de água para fins estratégicos (Nunes, 2011, p. 1; Tanchev, 2005, *cit.* Almeida, 2013, p. 1).

Segundo Almeida (2013), gerir a água em Portugal significa, primeiramente, investir em obras hidráulicas (CNPGB, 1992). Nestas, insere-se o grupo das barragens, estruturas de grandes dimensões e que requerem uma manutenção sistemática. Estas obras podem ser classificadas em grandes e pequenas barragens (CNPGB, 1992, *cit.*, Almeida, 2013, p. 1).

Entende-se por grandes barragens, uma infraestrutura de *“altura igual ou superior a 15 m, medida desde a cota mais baixa da superfície geral das fundações até à cota do coroamento, ou a barragens de altura igual ou superior a 10 m cuja albufeira tenha uma capacidade superior a 1 hm<sup>3</sup>”* (RSB, 2018, p. 1440). As pequenas barragens correspondem a infraestruturas de menor dimensão e capacidade.

Por todo o mundo existem mais de 47 000 barragens, que apresentam diversos benefícios, justificando desta forma os custos elevados que estas infraestruturas acarretam e os riscos associados quer à construção quer à exploração (Carmo, 2013, p. 444/445).

A probabilidade de rotura de uma determinada barragem, embora baixa, não é nula, pelo que a ocorrência desse incidente pode provocar a libertação de uma grande quantidade de água e a criação de uma onda de inundação com capacidade para provocar vários danos nas populações, nos edifícios, nas infraestruturas e nas atividades económicas que se localizem no vale a jusante da barragem. Este tipo de acidente grave ou catástrofe pode apresentar consequências ao nível da economia nacional e tem impacto a nível social e ambiental (Tavares, 2011, p. 1; Santos, 2012, p. 11)

Assim, os organismos responsáveis pela segurança e proteção civil e a comunidade técnico-científica deverão debruçar-se sobre esta temática no sentido de estudar e planear soluções de prevenção e mitigação dos seus efeitos.

Desta forma, é importante a definição de orientações de apoio à conceção, construção e operação de grandes barragens, bem como a adoção de um planeamento de emergência atempado e eficaz e de procedimentos de gestão de riscos para os organismos responsáveis pela segurança e proteção civil.

Neste contexto, um procedimento de gestão de riscos engloba um processo de avaliação do risco e um processo de mitigação do risco (Carmo, 2013, p. 441). Assim, considera-se como uma medida de avaliação e mitigação do risco, a aplicação dos SIG no desenvolvimento de metodologia para o estudo da população, dos edifícios e dos alojamentos constantes na área inundável e para a delimitação e tipificação das Zonas de Intervenção Operacional em Barragens de Classe I.

São consideradas Barragens de Classe I, as infraestruturas cuja perigosidade e os danos potenciais associados à onda de inundação correspondam ao cenário de acidente mais desfavorável (ex.: elevado número de população, edifícios, infraestruturas, instalações e bens ambientais importantes afetados), de acordo com o nº 1 a 3 do Anexo do RSB (2018, p. 1453-1454).

### **1.1. Objetivo e tema do trabalho**

É importante mitigar o risco associado à rotura de barragens e proteger e socorrer as pessoas e os bens que se encontram a jusante de uma determinada barragem. No entanto, é impossível suprimir todas as causas que podem levar à rotura de uma determinada barragem: problemas durante a fase de exploração ou outros fatores, tais como problemas com o corpo da barragem, sismos, etc. Desta forma, deverão ser desenvolvidas medidas, tais como planos de emergência e sistemas de aviso como forma de proteger as populações, edifícios e infraestruturas localizadas a jusante da barragem (ANPC, 2011, p. 5).

Os objetivos da presente dissertação correspondem ao desenvolvimento e aplicação de uma metodologia possível a utilizar: na avaliação da população, edifícios e alojamentos constantes na área inundável; na delimitação e tipificação das Zonas de Intervenção Operacional e análise de variáveis indispensáveis à tipificação dessas Zonas. A metodologia adotada é desenvolvida com base em Sistemas de Informação Geográfica (SIG), e utiliza como caso de

estudo a barragem de Odivelas, localizada no concelho de Ferreira do Alentejo, distrito de Beja, que se encontra classificada como Barragem de Classe I.

Para a obtenção do objetivo, é necessário efetuar uma revisão de literatura nacional e internacional sobre barragens, de forma a tentar obter um conjunto de indicadores que facilitem o estudo da população, dos edifícios e dos alojamentos presentes na área inundável e a delimitação e tipificação das zonas no caso de estudo.

É essencial, também, efetuar uma análise da cartografia existente no Plano de Emergência Interno (PEI) da barragem, incluindo a área inundável e a delimitação da Zona de Autossalvamento (ZAS). A análise referida permite efetuar uma articulação (se possível) com as Zonas definidas nos Planos de Emergência de Proteção Civil (PEPC), pertencentes aos municípios ou distritos que serão afetados pela Onda de Inundação. Por outro lado, esta permite também verificar quais os locais mais adequados para onde a população, localizada no vale a jusante da barragem, se deve dirigir aquando do aviso de rotura da barragem.

A partir dos resultados obtidos, pretende-se que, perante um determinado acidente grave ou catástrofe que envolva a Barragem de Odivelas, a resposta prestada seja a mais eficaz possível, visando a proteção de pessoas, bens e ambiente. O trabalho poderá servir de modelo para a sistematização de procedimentos que, salvaguardando características próprias de cada barragem, objetivem a prevenção, planeamento e mitigação do risco através da sua representação em cartas temáticas e de estratégias que surjam no âmbito das barragens.

## **1.2. Legislação aplicável**

A realização do presente trabalho teve por base a legislação diretamente relevante para a área de planeamento de emergência de barragens, designadamente:

- Lei nº 27/2006, de 3 de julho – Lei de Bases de Proteção Civil, com as alterações introduzidas pela Lei Orgânica nº 1/2011, de 30 de novembro, e pela Lei nº 80/2015, de 3 de agosto, que a republicou;
- Lei nº 65/2007, de 12 de novembro – Enquadramento institucional e operacional da proteção civil no âmbito municipal, organização dos serviços municipais de proteção civil e competências do comandante operacional municipal;

- Decreto-Lei nº 134/2006, de 25 de julho – Sistema Integrado de Operações de Proteção e Socorro (SIOPS), com as alterações introduzidas pelos Decretos-Lei nº 114/2011, de 30 de novembro e nº 72/2013, de 31 de maio, que o republicou;
- Decreto-Lei nº 344/2007, de 15 de outubro – Regulamento de Segurança de Barragens (RSB), com as alterações introduzidas pelo Decreto-Lei nº 21/2018 de 28 de março, que o republicou;
- Resolução da Comissão Nacional de Proteção Civil nº 30/2015, de 7 de maio – Critérios e normas técnicas para a elaboração e operacionalização de planos de emergência de proteção civil;
- Despacho nº 3317-A/2018, de 3 de abril – Revisão do Sistema de Gestão de Operações (SGO).

Dos instrumentos legais acima referidos destaca-se o RSB que é o diploma que melhor aborda as questões de segurança relativas às barragens, importando referir alguns aspetos deste regulamento que melhor enquadrem a temática em estudo. Assim, *“as barragens, como estrutura, fundação, zona vizinha a jusante, órgãos de segurança e exploração e albufeira, são necessários para uma adequada gestão dos recursos hídricos. A construção e exploração das barragens pode, no entanto, envolver danos potenciais para as populações e bens materiais e ambientais na sua vizinhança, tornando-se, portanto, necessário garantir condições de segurança de pessoas e bens, através da adoção de medidas de controlo de segurança das barragens e de medidas adequadas de proteção civil”* (RSB, 2018, p. 1433).

De acordo com o nº 1 e 2 do anexo do RSB, *“as barragens classificam-se em função dos danos potenciais associados à onda de inundação correspondente ao cenário de acidente mais desfavorável. Desta forma, a perigosidade da barragem deve ser caracterizada pelo fator  $X = H^2 \sqrt{V}$ , sendo  $H$  a altura da barragem, em metros, e  $V$  a capacidade da albufeira, em  $hm^3$ ”* (RSB, 2018, p. 1453/1454).

Por outro lado, e de acordo com a Tabela 1, *“os danos potenciais devem ser avaliados na região do vale a jusante da barragem, onde a onda inundação pode afetar a população, os bens e o ambiente, devendo a população ser avaliada em função do número de edificações fixas com carácter residual permanente ( $Y$ ) e os danos potenciais ser avaliados tendo em*

*consideração a existência de infraestruturas, instalações e bens ambientais importantes” (nº 3 do Anexo do RSB, 2018, p. 1454).*

**Tabela 1** - Classificação de barragens de acordo com a sua perigosidade e danos potenciais (de acordo com o RSB).

Classe	Perigosidade da barragem e danos potenciais
I	$Y \geq 10$ e $X \geq 1000$
II	$Y \geq 10$ e $X \geq 1000$ ou $0 < Y < 10$ , independentemente do valor de X ou Existência de infraestruturas, instalações e bens ambientais importantes.
III	$Y=0$ , independentemente do valor de X

Fonte: Regulamento de Segurança de Barragens (RSB), nº 5 do Anexo, 2018, p. 1454.

*“Para todas as barragens de classe I, deverá ser efetuado um planeamento de emergência, isto é, sendo que o planeamento de emergência de uma barragem tem por objetivo a proteção e salvaguarda da população, bens e ambiente, bem como a mitigação das consequências de um acidente em situações de emergência associadas a ondas de inundação. O planeamento de emergência compreende a avaliação dos danos potenciais e a definição de procedimentos a adotar pelos diferentes intervenientes e é constituído pelos planos de emergência interno e externo” (nº 1 e 2 do artigo 46º do RSB, 2018, p. 1451).*

O plano de emergência externo, ou seja, o plano de emergência especial de proteção civil, cuja responsabilidade de elaboração, é a entidade territorialmente competente do sistema de proteção civil (nos termos da Lei de Bases de Proteção Civil) *“deve compreender a informação relativa às características do vale, a jusante e a montante da barragem, incluindo outras barragens da mesma bacia hidrográfica, os mapas de inundação, à avaliação dos danos potenciais associados ao cenário mais desfavorável, o sistema de alerta, o sistema de aviso e as medidas e procedimentos a tomar com vista a minorar as consequências de um acidente grave ou catástrofe” (nº 2 do artigo 53º do RSB, 2018, p. 1452).*

De acordo com o artigo 3º da Lei de Bases de Proteção Civil, *“entende-se como acidente grave um acontecimento inusitado com efeitos relativamente limitados no tempo e no espaço, suscetível de atingir as pessoas e outros seres vivos, os bens e o ambiente. Por outro lado, de acordo com o mesmo diploma entende-se por catástrofe, um acidente grave ou uma série de acidentes graves suscetíveis de provocarem elevados prejuízos materiais e, eventualmente,*

*vítimas, afetando intensamente as condições de vida e o tecido socioeconómico em áreas ou na totalidade do território nacional” (Lei de Bases de Proteção Civil, 2015, p. 5316).*

O Plano de Emergência Externo, enquanto plano de emergência de proteção civil, deve seguir a constituição prevista na Diretiva relativa aos critérios e normas técnicas para a elaboração e operacionalização de planos de emergência de proteção civil (nº 1 do artigo 53º do RSB, 2018, p. 1452).

Desta forma, e de acordo com a Resolução nº 30/2015, de 7 de maio, em cada nível territorial, os principais objetivos a que se destina um plano de emergência de proteção civil são: *“providenciar, através de uma resposta concertada, as condições e os meios indispensáveis à minimização dos efeitos adversos de um acidente grave ou catástrofe; definir as orientações relativamente ao modo de atuação dos vários organismos, serviços e estruturas a empenhar em operações de proteção civil; definir a unidade de direção, coordenação e comando das ações a desenvolver; coordenar e sistematizar as ações de apoio, promovendo maior eficácia e rapidez de intervenção das entidades intervenientes; inventariar os meios e recursos disponíveis para acorrer a um acidente grave ou catástrofe; minimizar a perda de vidas e bens, atenuar ou limitar os efeitos de acidentes graves ou catástrofes e restabelecer o mais rapidamente possível, as condições mínimas de normalidade; assegurar a criação de condições favoráveis ao empenhamento rápido, eficiente e coordenado de todos os meios e recursos disponíveis num determinado território, sempre que a gravidade e dimensão das ocorrências o justifique; habilitar as entidades envolvidas no plano a manterem o grau de preparação e de prontidão necessário à gestão de acidentes graves ou catástrofes; promover a informação das populações através de ações de sensibilização, tendo em vista a sua preparação, a assunção de uma cultura de autoproteção e o entrosamento na estrutura de resposta à emergência” (ANPC, 2017, p. 16/17).*

### **1.3. Estrutura da dissertação**

A presente dissertação desenvolve-se em seis capítulos. No capítulo 1 apresenta-se o objetivo e o tema do trabalho, a legislação aplicável e a sua estrutura.

No capítulo 2 são apresentados conceitos técnicos para uma melhor perceção da temática em estudo; aborda-se a noção e a gestão do risco nos vales a jusante de barragens; efetua-se uma



breve descrição histórica de acidentes graves ou catástrofes que envolvam roturas de barragens; aborda-se a legislação aplicável ao risco de rotura de barragens no Mundo e em Portugal; e, por fim, é efetuada uma apresentação da importância dos SIG no planeamento de emergência de barragens.

No capítulo 3 refere-se qual a importância dos SIG, qual a forma como esta ferramenta pode auxiliar numa possível tipificação das Zonas de Intervenção Operacional e uma descrição da informação geográfica utilizada; posteriormente, realiza-se uma caracterização da barragem e do seu vale a jusante, abordando diversas temáticas, tais como: ocupação do solo, vias de comunicação e pontes.

No capítulo 4 apresentam-se os procedimentos e metodologia adotada para efetuar o estudo da população residente, dos edifícios habitacionais e dos alojamentos localizados na área inundável, bem como para a definição das Zonas de Intervenção (Zonas de Concentração Local (ZCL), Zonas de Concentração e Apoio à População (ZCAP), Zonas de Concentração e Reserva (ZCR) e Zonas de Reunião de Mortos (ZRnM)). Por fim, é efetuado um cruzamento entre as zonas estudadas e as previamente definidas nos Planos de Emergência de Proteção Civil (PEPC).

Nos capítulos 5 e 6, efetua-se a discussão dos resultados obtidos e expõem-se as considerações finais.



## 2. ENQUADRAMENTO TEMÁTICO

### 2.1. Conceitos

#### 2.1.1. Barragens e Rotura de barragens

De acordo com o artigo 4º do RSB, uma *“barragem é um conjunto formado pela estrutura de retenção, sua fundação, zona vizinha a jusante, órgãos de segurança e exploração e albufeira, com exceção dos diques fluviais e costeiros e ensecadeiras que não permaneçam para além do período de construção”* (artigo 4º do RSB, 2018, p. 1441).

A *International Commission on Large Dams (ICOLD)* identifica três tipos de barragens, consoante o material utilizado na sua construção (Tabela 2). Assim, as barragens construídas com betão armado, pedra ou outras alvenarias designam-se de barragens de gravidade, barragens de arco ou barragens de contraforte. Por outro lado, as barragens construídas de terra ou rochas designam-se de barragens de aterro.

**Tabela 2** - Tipos de barragens.

<b>Barragem de aterro</b>	De terra (TE)
	De enrocamento (ER)
<b>Barragem de betão</b>	Gravidade (PG)
	De contrafortes (CB)
	Em arco (VA) ou multi-arco (MV)
<b>Barragem de alvenaria</b>	Gravidade (PG(M))
	De contrafortes (CB(M))

Fonte: Adaptado de ICOLD, 2018 e de Viseu, 2008, p.14.

As causas que poderão levar à rotura de uma determinada barragem poderão não ser detetadas de forma imediata, o que leva a que as consequências possam ser maiores. Desta forma, importa apostar na segurança das barragens, através da inspeção e exploração do sistema de observação que possibilita uma análise dos resultados de forma atempada e uma maior rapidez nas decisões a efetuar.

As causas que originam as deteriorações são diversas e variam em função das características da barragem (tipo, materiais e fundação), qualidade do projeto e da construção e fatores externos como se pode observar na Tabela 3 (Quintela *et al.*, 2001, p. 3-37).

**Tabela 3** - Exemplo de causas de roturas de barragens.

Tipo de barragem	Tipo de rotura
Terra	Galgamento Erosão interna Deslizamento da fundação Ação de ondas da albufeira Erosão da fundação a jusante da barragem
Betão gravidade	Deterioração dos materiais Falha da fundação da barragem Instabilidade do corpo da barragem Atos de guerra
Betão em arco	Falha dos encontros laterais do vale de fundação Saturação das fundações rochosas Carga devido a um excessivo enchimento da albufeira Erosão da fundação a jusante da barragem

**Fonte:** Singh, 1996 e Johnson & Illes, 1976, *cit.* Santos, 2013.

Por outro lado, um cenário importante que poderá originar uma possível rotura são a guerra e o terrorismo, tal como sucedeu na 2ª Guerra Mundial, onde resultou um elevado número de mortos. Atualmente encontram-se construídas barragens com elevada quantidade de água armazenada e que poderão ser alvo de ataque terrorista. Desta forma, deverá o dono de obra e os projetistas ter presente esse tipo de risco (Budweg, 1997 *cit.* Quintela *et al.*, 2001, p. 3-41).

De referir que é na fase de primeiro enchimento e na fase de exploração que as barragens se manifestam e poderão ocorrer roturas. Na fase de primeiro enchimento, atuam pela primeira vez algumas das principais ações para que as barragens são projetadas. Na fase de exploração, também existe a possibilidade de existir uma rotura, por exemplo devido à idade avançada da barragem (Afonso, 2002, p. 32).

De acordo com Viseu (2008), a altura que uma determinada barragem apresenta também tem influência na possibilidade de rotura. Assim, de acordo com um estudo efetuado da distribuição da percentagem de roturas por altura constata-se que as barragens com uma altura entre 15-30 m correspondem àquelas em que a rotura tem maior frequência média anual de rotura. Adicionalmente, verificou-se também que as diferentes características das barragens são importantes. Assim, as barragens de aterro são as mais suscetíveis a sofrer uma

rotura. (Viseu, 2008, p. 56). Através da Tabela 5 (capítulo 2.4) é possível visualizar essa questão através do histórico de roturas em algumas barragens.

Tal como referido, as barragens de aterro apresentam maior número de roturas históricas que as barragens de betão. Contudo, um acidente numa barragem de betão é em média, duas vezes mais grave, no que concerne ao número de vítimas, em relação a uma barragem de aterro. O modo de rotura súbito, nas barragens de betão, e progressivo nas de aterro, são de extrema importância aquando do tempo de aviso e evacuação das populações (Quintela *et al.*, 2001, p. 3-41/3-42 e Almeida *et al.*, 1993, p. II-41).

Contudo, não se pode optar por um tipo de barragem em detrimento de outro, dado que a escolha do tipo de barragens depende sempre de diversos fatores associados ao aproveitamento (Afonso, 2002, p. 31).

Além da possibilidade de existência de vítimas e danos sérios no parque edificado, em infraestruturas e no ambiente, a rotura de uma barragem pode causar ainda outros impactos económicos negativos, por inviabilizar os usos a que se destinava, pela interrupção da atividade produtiva no vale a jusante e pela potencial interrupção de abastecimento de serviços essenciais, como por exemplo água e eletricidade. Se a barragem tiver como finalidade o abastecimento urbano ou agrícola, o restabelecimento desses serviços pode ser demorado, caso não existam outras vias alternativas. A ocorrência de fenómenos de poluição também não pode ser desprezada, principalmente quando existem no vale a jusante instalações de produção ou armazenamento de substâncias perigosas.

#### **2.1.2. Risco de acidente ou de incidente**

De acordo com o artigo 4.º do RSB, entende-se por “*risco o produto dos danos potenciais pela probabilidade de ocorrência do acidente ou do incidente com ele relacionado*” (artigo 4.º do RSB, 2018, p. 1442).

Existem diferentes tipos de riscos. De acordo, com Gomes (2013), ANPC (2009b) e Rebelo (2001) os riscos podem ser:

- Riscos naturais, não apresentam a intervenção do Homem e ocorrerem de forma natural (ex.: sismos, inundações, movimentos de massa em vertentes, furacões, etc.). Este tipo de riscos normalmente apresenta efeitos mais disseminados numa determinada região;
- Riscos tecnológicos, apresentam a intervenção do Homem e ocorrerem de forma súbita (ex.: acidentes industriais, acidentes rodoviários, incêndios urbanos, inundações por rotura de barragens, etc.). Tal como os riscos naturais não acontecem com o intuito de causar danos e vítimas.
- Riscos mistos, resultam de uma combinação dos riscos naturais com os riscos tecnológicos (ex.: incêndios florestais) (Gomes, 2013, p. 55; ANPC, 2009b, p. 14; Rebelo, 2001, p. 246/249).

#### **2.1.3. Zona de autossalvamento**

De acordo com o artigo 4.º do RSB, entende-se por *“Zona de Autossalvamento (ZAS), a zona do vale, imediatamente a jusante da barragem, na qual se considera não haver tempo suficiente para uma adequada intervenção dos serviços e agentes de proteção civil em caso de acidente e que é definida pela distância à barragem que corresponde a um tempo de chegada da onda de inundação igual a meia hora, com o mínimo de 5 km”* (artigo 4.º do RSB, 2018, p. 1442).

#### **2.1.4. Onda de inundação**

De acordo com o artigo 4.º do RSB, entende-se por *“onda de inundação, a onda de cheia resultante de um acidente que pode provocar perdas em vidas humanas, bens e ambiente”* (artigo 4.º do RSB, 2018, p. 1441).

#### **2.1.5. Planos de Emergência de Proteção Civil**

Por planos de emergência entende-se *“um documento que reúne informações e estabelece os procedimentos que permitem organizar e empregar os recursos humanos e materiais disponíveis, em situação de acidente grave ou catástrofe. Existem planos de emergência*

*municipais, distritais e nacionais. Existem ainda os planos gerais e os especiais quando para uma determinada área, um risco específico o justifique”.*<sup>1</sup>

*“Os planos gerais elaboram-se para enfrentar a generalidade das situações de emergência que se admitem em cada âmbito territorial e administrativo. Por outro lado, os planos especiais são elaborados com o objetivo de serem aplicados na iminência ou ocorrência de acidentes graves e catástrofes específicas, cuja natureza requeira uma metodologia técnica e ou científica adequada ou cuja ocorrência no tempo e no espaço seja previsível com elevada probabilidade ou, mesmo com baixa probabilidade associada, possa vir a ter consequências inaceitáveis”* (números 2 e 3 do artigo 2.º da Resolução nº 30/2015, de 7 de maio, p. 11179).

Uma situação de emergência de proteção civil deverá ser gerida através de planos de emergência que deverão encontrar-se atualizados, elaborados de forma simples e adequados à realidade de um determinado local. Desta forma, estes documentos deverão explanar os conteúdos relativos à organização da resposta operacional, através de procedimentos para preparação e aumento da capacidade de resposta, bem como abordar os cenários possíveis de ocorrer perante um determinado acidente grave ou catástrofe. Adicionalmente, os planos de emergência são ferramentas importantes que ajudam a que os agentes de proteção civil e as diversas entidades intervenientes se preparem para intervirem numa determinada ocorrência, com responsabilidades definidas e uma articulação completamente estabelecida entre elas (Rodrigues *et al.*, 2002, p. 5).

A Diretiva relativa aos critérios e normas técnicas para a elaboração e operacionalização de planos de emergência de proteção civil, constante da Resolução nº 30/2015 da Comissão Nacional de Proteção Civil, publicada no Diário da República de 7 de maio, tal como já foi referido anteriormente, regula a elaboração dos planos de emergência de proteção civil (ANPC, 2017, p. 4).

---

<sup>1</sup> Fonte: [http://www.prociv.pt/bk/EDICOES/OUTRASEDICOES/Documents/GLOSSARIO-31\\_Mar\\_09.pdf](http://www.prociv.pt/bk/EDICOES/OUTRASEDICOES/Documents/GLOSSARIO-31_Mar_09.pdf) (acedido a 30.10.2016).

### **2.1.6. Zonas de Intervenção Operacional**

As Zonas de Intervenção Operacional (Figura 1) são áreas de configuração e amplitude variáveis adaptadas às circunstâncias e condições do tipo de ocorrência, podendo compreender<sup>2</sup>:

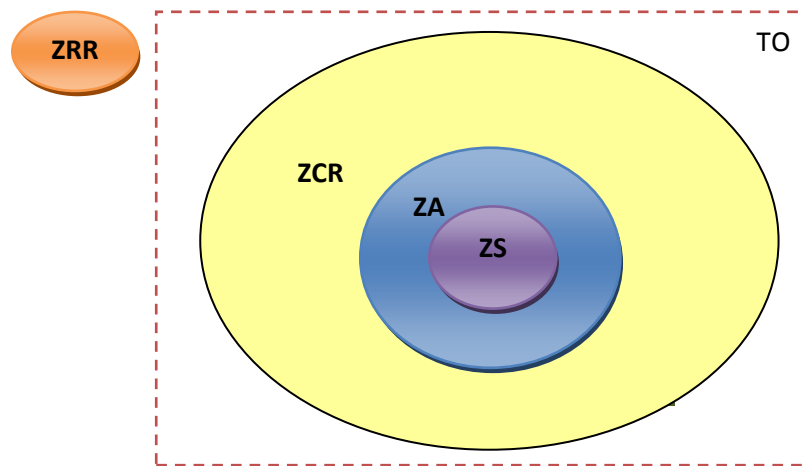
- Zona de Sinistro (ZS) – é a área na qual se desenvolve a ocorrência, de acesso restrito, onde se encontram exclusivamente os meios necessários à intervenção direta e com missão atribuída, sob a responsabilidade do Comandante das Operações de Socorro (Barragem de Odivelas e área de destruição causada pela sua rotura).
- Zona de Apoio (ZA) – é uma zona adjacente à Zona de Sinistro, de acesso condicionado, onde se concentram os meios de apoio e logísticos estritamente necessários ao suporte dos meios em operação e onde estacionam meios de intervenção para resposta imediata.
- Zona de Concentração e Reserva (ZCR) – é uma zona do teatro de operações onde se localizam temporariamente meios e recursos disponíveis sem missão imediata atribuída, a reserva estratégica e onde se mantém o sistema de apoio logístico às forças (inclui a ZCL, ZCAP e ZRnM<sup>3</sup>).
- Zona de Receção de Reforços (ZRR) – é uma zona de controlo e apoio logístico, sob a responsabilidade do Comandante Operacional Distrital da área onde se desenvolve o sinistro, para onde se dirigem os meios de reforço atribuídos pelo nível nacional antes de atingirem a Zona de Concentração e Reserva no teatro de operações.
- Teatro de Operações (TO) – é a área geográfica que compreende a ZS, ZA e a ZCR.

---

<sup>2</sup> **Fonte:** Decreto-Lei nº 134/2006, de 25 de julho com as alterações introduzidas pelos Decretos-Lei nº 114/2011, de 30 de novembro e 72/2013, de 31 de maio e Despacho nº 3317-A/2018, de 3 de abril.

<sup>3</sup> Ver capítulo 4.2





**Figura 1** – Diagrama das Zonas de um Teatro de Operações (TO).

**Fonte:** Adaptado do Despacho nº 3317-A/2018, de 3 de abril.

Pretende-se que, através das Zonas de Intervenção Operacional mencionadas anteriormente, exista uma maior perceção do local onde ocorreu o acidente grave ou catástrofe, tornando-se assim importante perceber qual a abrangência das zonas referidas.

No que se refere à ZRR, sendo esta zona de âmbito distrital e já se encontrando previamente tipificada no Plano Nacional de Emergência de Proteção Civil e nos Planos Distritais de Emergência de Proteção Civil não é considerada para análise no presente trabalho.

## **2.2. O risco nos vales a jusante de barragens**

De acordo com Almeida (2002), a definição de risco pode ser variada e poderá ser utilizada como uma forma de descrever a sociedade. Atualmente, as sociedades onde nos inserimos correspondem a sociedades que sofrem alterações constantes, com mais oportunidades, e que apresentam algumas incertezas, sendo mais exigentes e menos seguras.

Ainda de acordo com o mesmo autor, a segurança prevê o seguimento da realidade presente ou futura, sem tumultos que originem danos significativos, tal como perdas de vidas. Assim, o risco caracteriza a eventualidade de ocorrerem tumultos que vão modificar a segurança existente e que podem provocar danos. O risco pode ser relacionado ao projeto de um sistema artificial ou tecnológico que o Homem pode criar. No entanto, se existir um erro no projeto ou a excedência das capacidades de resistência ou de funcionamento normal de um sistema ou estrutura definida e produzida pelo Homem pode provocar danos graves que

resultam da falha de segurança adotada, os quais vão dar origem a uma situação de desastre ou de catástrofe. Desta forma, a definição de risco pode ter na sua criação uma separação entre a origem incerta de uma disfuncionalidade grave e os desastres ou catástrofes, resultantes ao nível humano (Almeida, 2002, p. 2/3).

Por outro lado, no âmbito do planeamento de emergência de proteção civil, o conceito de risco relaciona-se como a probabilidade de ocorrer uma determinada ação perigosa e com a estimativa dos seus possíveis efeitos nas pessoas, bens e ambiente (ANPC, 2009b, p. 14).

O risco de rotura de barragem é um risco do tipo tecnológico com uma probabilidade baixa de ocorrer mas que pode causar consequências significativas direta e indiretamente no vale a jusante da barragem. As consequências diretas são fáceis de avaliar (ex.: quantificação de vidas humanas), contudo as consequências indiretas são difíceis de quantificar e podem levar algum tempo até que a situação volte à normalidade (Silva, 1997, p. 5; Santos *et al.*, 1997, p. 1; Rodrigues *et al.*, 2002, p. 2; MOPTH, 2003, p. 8).

Por outro lado, o histórico de ocorrências de rotura de grandes barragens tem diminuído bastante devido a uma melhoria nos conhecimentos científicos e tecnológicos e do controlo da qualidade e da segurança da infraestrutura (fases de projeto, construção e de exploração).

A rotura de uma barragem pode apresentar danos muito graves provocados pela onda de inundação que se gera aquando dessa rotura, dependendo a gravidade desses danos das características da barragem e da albufeira, especialmente do tipo de ocupação do vale a jusante (ex.: se é muito ou pouco povoado, se apresenta infraestruturas como pontes, estradas, indústrias, etc.). Para além dos danos no vale a jusante, este tipo de acidente também provoca a destruição da barragem e a interrupção do seu funcionamento.

De acordo com Viseu (2013), em relação aos vales a jusante de barragens, o conceito de risco abrange a rotura da barragem, que corresponde à segurança da infraestrutura e à análise do risco referente à barragem; e, ao risco em que incidem os vales a jusante, que corresponde ao colapso da barragem (que dá origem a diversos danos no vale) e à sua análise do risco. Desta forma, *“o risco que afeta o vale a jusante de barragens pode, ser traduzido pela probabilidade de ocorrência de um evento adverso  $P(\text{Evento})$ , uma cheia extraordinária, por exemplo, combinada com a probabilidade de rotura dada a ocorrência desse evento  $P(\text{rot}|\text{Evento})$ . Assim, no caso específico das barragens, a expressão mais geral que se coaduna para a*

*quantificação do risco será do tipo:  $R_{vale} = P(Evento) \times P(rotura/Evento) \times consequências\ devido\ à\ rotura$*  (Viseu e Almeida, 2008, cit. Viseu, 2013, p. 428).

A expressão referida anteriormente apresenta uma tripla incerteza: os eventos a que a barragem se encontra suscetível, a forma como esta se vai comportar face a esse evento e a avaliação das consequências perante o evento. Desta forma, todas estas incógnitas influenciam a análise de risco associada quer à barragem quer nos vales a jusante de barragens.

Alguns autores tornam a equação anterior mais geral e acrescentam-lhe uma quarta incógnita relativa a probabilidade de ocorrência de perdas em caso de rotura. *“Assim, estes autores avaliam o risco no vale a jusante, com base simultaneamente no risco interno da barragem e no risco externo do vale a jusante, para um dado evento atuando no sistema da barragem (Viseu e Almeida, 2009):  $R_{vale} = P(Evento) \times P(rotura/Evento) \times P(N/rotura) \times N$ . Na equação  $N$  representa as perdas, ou seja, por exemplo, o número total de vidas em exposição.  $P(N/rotura)$  é a probabilidade condicionada da ocorrência de  $N$  perdas dado que ocorreu a rotura da barragem. Esta última probabilidade condicionada de perdas ou danos é estabelecida pelo grau de perigo imposto pela cheia induzida (perigosidade da cheia) e está dependente do grau de exposição e da suscetibilidade à destruição aos quais indivíduos e bens estão sujeitos (vulnerabilidade do vale a jusante)”* (Viseu e Almeida, 2008, cit. Viseu, 2013, p. 428).

As noções de perigosidade da cheia e de vulnerabilidade do vale encontram-se relacionadas com as consequências que a cheia provoca no vale a jusante, isto é, com o fator de exposição ao risco, quer dos indivíduos e bens materiais ou ambientais e da capacidade de resistência dos bens e da resposta dos indivíduos e da sociedade nas zonas a jusante (Viseu e Almeida, 2008, cit. Viseu, 2013, p. 428).

### **2.3. Gestão do risco nos vales a jusante de barragens**

Não existe *“risco zero”* para um determinado local. Neste, poderão não ser conhecidos os riscos ou perigos, no entanto não se deverá dizer que o risco é nulo, a não ser que o mesmo se encontre muito bem definido (ex.: numa área plana não se pode abordar o risco de desabamento). No entanto, existem determinados riscos, como é o caso da rotura de barragens, que nos dias de hoje poderá não se aplicar a um determinado local e mais tarde

esse local já ser suscetível a esse risco. Assim, é importante estudar-se as formas de como se pode proceder à gestão do risco (Viseu, 2008, p. 24; Rebelo, 2001, p. 246).

A gestão do risco engloba a sua avaliação e a sua mitigação (Figura 2). No entanto, a avaliação do risco divide-se em duas fases: análise do risco e a sua apreciação.

No que concerne ao risco de rotura de uma barragem, a análise do risco inclui o risco de rotura da barragem (risco associado à barragem) e o risco associado ao vale a jusante, pelo facto da barragem poder colapsar.

De acordo com Cantwell e Murley (1988), a análise do risco relacionada com a barragem foca-se inicialmente na identificação do risco, que compreende a caracterização dos eventos e as condições que podem estar na origem da rotura de uma barragem (processo qualitativo), e de seguida na avaliação da probabilidade de ocorrência das deteriorações na barragem (quantificação do risco). Desta forma, a análise do risco apoia-se em técnicas de análise de risco qualitativas ou quantitativas (Viseu, 2008, p. 24/25/26).

No entanto, a atribuição da probabilidade de rotura de uma barragem deverá ser efetuada tendo como base as características da própria barragem, a forma como ela se comporta e como se encontra o seu nível de manutenção, as causas mais prováveis de rotura, bem como os respetivos mecanismos e a determinação das suas consequências.

Existem diversas metodologias para estimar a probabilidade de rotura de uma determinada barragem, sendo que a designada técnica de análise de risco por “*árvore de probabilidade de eventos*” é uma das mais utilizadas. Esta técnica consiste na separação da probabilidade total em elementos particulares (probabilidades de ocorrência dos vários motivos de rotura prováveis). Desta forma, existem diferentes metodologias: uma metodologia que utiliza bases de dados com informação histórica e estatísticas referentes a acidentes e incidentes; e outra metodologia que deverá ser realizada por uma equipa de técnicos conhecedores da barragem e também do projeto, construção, operação e comportamento da barragem. A equipa deverá apoiar-se em estudos estatísticos de roturas e em toda a informação disponível referente à barragem, podendo chegar à conclusão, antes da atribuição de valores de probabilidades credíveis, que são essenciais mais estudos, designadamente a revisão da segurança da barragem. Neste método são muitas vezes utilizados descritores verbais do tipo “*acidente de*

*ocorrência provável*” ou *“acidente de ocorrência praticamente impossível”* (Tabela 4) (Viseu, 2008, p. 29/30/31).

**Tabela 4** – Descritores verbais para a atribuição de probabilidades (extraído de USBR, 2003).

Descritores	Exemplo	Probabilidade
Praticamente certo		0,999
Muito provável	Probabilidade de sair uma bola branca, quando num saco existem 99 bolas branca e 1 preta.	0,99
Provável		0,9
Neutro	Probabilidade de sair caras numa moeda.	0,5
Improvável		0,1
Muito improvável	Probabilidade de saírem 4 fusíveis bons na primeira tentativa, quando num saco existem 4 fusíveis bons e 4 avariados.	0,01
Praticamente impossível		0,001

Fonte: Viseu, 2008, p. 29/30/31; USBR, 2003, p. 34.

Por outro lado, a análise do risco no vale a jusante de uma determinada barragem é um processo muito minucioso e que carece de uma análise pormenorizada. Nas diversas atividades desenvolvidas no projeto de investigação multidisciplinar financiado pela NATO (Programa *Science for Stability*)<sup>4</sup>, desenvolvido em Portugal de 1994 a 2000, é possível verificar as preocupações existentes na determinação de novas metodologias para o risco de inundação provocado pela rotura de uma barragem e como se processa a segurança a jusante da mesma, através de diferentes técnicas de engenharia e ciências sociais (Almeida, 1997a, p. 3/4; Almeida, 2001).

Foi desenvolvida uma metodologia própria designada por *“ARRIBAR (Análise do Risco no vale a jusante de Barragens)”* cuja função é avaliar as consequências da rotura de uma determinada barragem (determinação dos danos e estimativa do número de vítimas no vale a jusante) (Viseu et al., 2011). A ARIBAR processa-se de acordo com três aspetos, sendo eles: *“a caracterização da cheia induzida; a identificação das zonas onde a cheia tem características mais destrutivas (zonamento de risco); e a caracterização da ocupação do solo, em termos demográficos, socioeconómicos e ambientais, das áreas que vão sofrer o impacto dessa cheia (ou seja, a caracterização da ocupação do solo no vale a jusante)”* (Viseu, 2008, p. 31/32).

No que concerne à caracterização da cheia induzida, os modelos de simulação fornecem resultados que constituem os valores máximos dos caudais de ponta de cheia, das velocidades

<sup>4</sup> Vide capítulo 2.6

máximas de escoamento, dos níveis máximos de escoamento e dos tempos de propagação do pico e da frente de onda, com os respetivos tempos de chegada a cada uma das secções/perfis do vale a jusante. Os níveis máximos atingidos pelo escoamento permitem delinear as áreas a jusante onde ocorrem inundações, definindo o mapa de inundação (Viseu, 2013, p. 432).

A existência de uma barragem deverá ser uma preocupação para a população residente a jusante, uma vez que poderá resultar em cheias em que a altura da água é muito elevada, bem como a velocidade de escoamento. Perante esta situação a população não deverá esquecer as medidas de prevenção de cheias e encontrar-se preparada para uma possível cheia não habitual. Este tipo de cheia dá origem a uma subida dos níveis de água de forma repentina, sendo o tempo disponível para avisar e evacuar a população muito reduzido. Embora estas cheias sejam menos frequentes são consideradas bastante perigosas, no entanto, as cheias derivadas da precipitação intensa (cheias naturais), por serem mais frequentes, são responsáveis a nível mundial, por um número mais elevado de perdas de vidas (Viseu, 2008, p. 32; Almeida *et al.*, 1993, p. II-39).

De acordo com o mapa de inundação é possível efetuar um zonamento de risco de acordo com as características da cheia induzida (ex.: valor máximo da altura da água, do tempo de chegada desta, velocidade do escoamento e velocidade média de subida do nível da água) (Viseu *et al.*, 2011, p. 7; MOPTH, 2003, p. 5).

Os impactos da cheia induzida não são iguais em toda a área inundável. Existe maior impacto na zona imediatamente a seguir à barragem, logo existe maior risco para a população e para as infraestruturas que aí se encontram. Esta zona é prioritária em termos de medidas de aviso e de evacuação às populações, uma vez que é a que mais rapidamente fica inundada. Nesta zona é instalado um sistema de aviso executado a partir posto de observação e controlo da barragem, como forma de avisar a população residente nessa zona. Perante um sinal sonoro, a população deverá evacuar e dirigir-se autonomamente para um local de refúgio previamente definido, de forma a manter-se em segurança (vide subcapítulo 4.2.1). Em termos legais, esta zona em Portugal designa-se por Zona de Autossalvamento (vide subcapítulo 2.1.3 e capítulo 2.5) (Almeida *et al.*, 1997a; Almeida, 2001; Almeida, 2003; Almeida *et al.*, 2003, p. 180; Ribeiro, 1993; Rocha, 2000; Viseu, 2013, p. 432/433).

Para além da Zona de Autossalvamento, o vale a jusante da barragem é dividido em zonas de intervenção como forma de facilitar a gestão da emergência. A setorização do vale é efetuada de acordo com o instante de chegada da cheia induzida e da distância aos meios de socorro. Um exemplo dessa setorização do vale pode ser visualizado no Plano de Emergência Externo para o risco de rotura da Barragem do Alto do Ceira II.

O terceiro aspeto visa a caracterização da ocupação do solo no vale a jusante, isto é, a nível do tipo e densidade de ocupação do vale a jusante (estimativa do número de pessoas em risco e consequências económicas e ambientais). Desta forma, roturas de barragens com características semelhantes podem originar acidentes diferentes, em que a ocupação do vale a jusante, em termos de população e de infraestruturas existentes, poderá ser distinto (Viseu, 2008, p. 33).

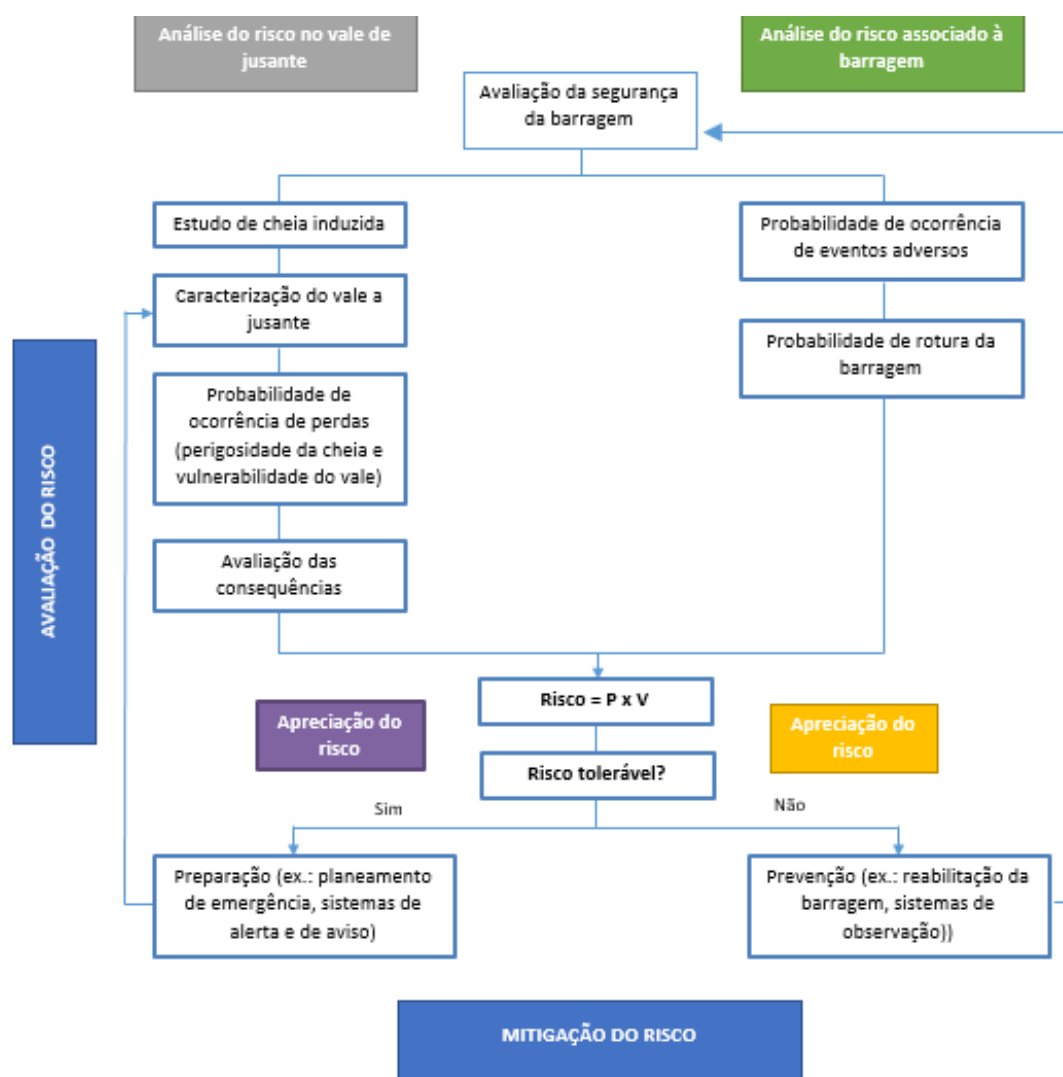
Normalmente, recorre-se, por exemplo, a cartas militares, ao *Google Earth* ou a ortofotomapas para se efetuar a caracterização da ocupação do solo, através de uma estimativa do número de edifícios, densidade de povoamento (vide capítulo 4.1), infraestruturas afetadas (ex.: vias rodó e ferroviárias – vide subcapítulo 3.4.2 e 3.4.3) e tipo de ocupação (áreas agrícolas, florestais ou naturais, áreas urbanas, industriais ou áreas reservadas a equipamentos e infraestruturas – vide subcapítulo 3.4.1) (Viseu *et al.*, 2011, p. 7).

Através da caracterização mencionada, é possível verificar-se qual a vulnerabilidade do vale a jusante. Esta vulnerabilidade pode estar associada ao facto dos edifícios conseguirem ou não resistir à cheia e se apresentam condições para que possam ser utilizados como refúgios; se a população localizada no vale a jusante é idosa ou jovem, se tem capacidade de resistir; e qual a capacidade de recuperação após o acidente grave ou catástrofe (Viseu *et al.*, 2011, p. 8; Rocha, 2000).

Após a análise do risco, deverá ser feita a sua apreciação (Figura 2), que poderá ser uma ação um pouco subjetiva, uma vez que muitas decisões são influenciadas com base na perceção do risco (ex.: conhecimento, perceção e familiarização com o risco). Desta forma, distintos graus de perceção podem originar atitudes, comportamentos, ações e motivações diferentes (Silva, 2001), levando a critérios de aceitabilidade e de tolerabilidade face ao risco associado às barragens (risco individual e risco social). Entende-se por risco individual o que se encontra diretamente relacionado com o indivíduo e por risco social aquele a que a sociedade, de

forma conjunta, se encontra recetiva. No entanto, constitui um princípio básico de segurança dos vales a jusante das barragens que o risco individual e social sejam ambos aceitáveis (Committee on Dams and Floods, 2000, *cit.* Viseu, 2008, p. 37).

O processo de gestão de risco termina com a mitigação do risco, a qual corresponde a procedimentos que visam diminuir a probabilidade de um acidente ocorrer e a procedimentos que visam diminuir os danos e as perdas de vida no vale a jusante, caso ocorra a rotura de uma barragem (Viseu, 2008, p. 26).



**Figura 2** – Gestão do risco nos vales a jusante das barragens

Fonte: Adaptado de Viseu, 2008, p. 25

No que concerne aos procedimentos de prevenção, podem ser estruturais (ex.: manutenção, reabilitação da barragem) ou não estruturais (ex.: Sistema de Observação) e permitem a



deteção em tempo útil de deterioração na barragem, funcionando como medidas de controlo de segurança.

Os procedimentos de preparação visam a diminuição do grau de vulnerabilidade do vale a jusante e podem dividir-se em dois grupos (Viseu, 2008, p. 42):

- *“As medidas que permitem a comunicação das ocorrências excecionais e das circunstâncias anómalas aos agentes envolvidos no planeamento de emergência e ainda as ações de preparação de respostas adequadas à situação (ex.: sistemas de aviso à população e alerta às entidades competentes e medidas de planeamento de emergência);*
- *As medidas que controlam a progressiva ocupação do edificado nas zonas de risco em áreas inundáveis (ex.: preparação de mapas de zonamento de risco, o planeamento e o ordenamento do uso do território no vale a jusante, a prática de uma política de ocupação dos solos consistente com os níveis de risco e apoiada por um sistema legislativo que imponha regulamentação eficaz de não construção nas zonas de maior risco e a implementação de regras objetivas de definição de prémios de seguro que penalizem a localização de edificações nessas mesmas áreas de risco) ”.*

De acordo com Almeida (1997b), Carmo (2013) e Styawan *et al.* (2018), uma condição fundamental para a prevenção de acidentes é um sistema de alerta e aviso precoce, que faculte informações precisas, úteis e de confiança aos agentes de proteção civil e à população, contribuindo, desta forma, para uma redução considerável de perdas de vidas e danos socioeconómicos causados por um determinado risco.

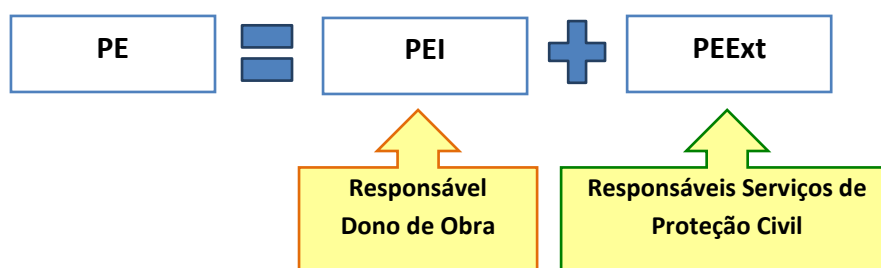
Através dos recentes avanços da tecnologia/computadores, hoje em dia é possível efetuar uma gestão de risco analisando rapidamente uma série de informações, que podem incluir, por exemplo (Carmo, 2013, p. 455):

- Incidentes na barragem;
- Sistemas de monitorização da barragem;
- Manutenções dos sistemas albufeira-barragem;
- Utilização dos SIG para produção de mapas de inundação e estudo do vale a jusante;
- Simulação de cenários.

De acordo com Viseu (2013), a adoção de medidas de planeamento de emergência como forma de colmatar o risco das populações residirem em vales a jusante de barragens é uma medida de mitigação do risco e contribui para uma melhor resposta operacional da equipa pertencente à barragem e da proteção civil.

Ao nível do planeamento de emergência existem dois instrumentos diferentes, mas complementares que são reconhecidos pela Autoridade de Segurança de Barragens (Agência Portuguesa do Ambiente) e pela Autoridade Nacional de Proteção Civil. Esses instrumentos correspondem (Figura 3): ao Plano de Emergência Interno (PEI), cuja responsabilidade de elaboração pertence ao Dono de Obra e reporta-se ao controlo da segurança da barragem; e ao Plano de Emergência Externo (PEExt), cuja elaboração é da responsabilidade do Serviço de Proteção Civil territorialmente competente e reporta-se ao risco no vale a jusante da barragem (Viseu, 2013, p. 438/439; Rodrigues, *et al.*, 2002, p. 5/6; e, Almeida, *et al.*, 2003, p. 57).

O planeamento de emergência de proteção civil aplica-se a todas as barragens classificadas como classe I. Adicionalmente, importa que exista uma articulação entre o PEI e o PEExt (MOPTH, 2003, p. 11).



**Figura 3** – Esquema exemplificativo do planeamento de emergência de barragens

Fonte: Adaptado de Sá, 2007, p. 15; Rocha, 2000, p. 6

A área afetada pela onda de inundação poderá ser demasiado vasta e apresentar muitos quilómetros de destruição no vale a jusante da barragem. Desta forma, importa que a preparação da resposta seja adequada e que os meios e recursos necessários se encontrem operacionais e facilmente mobilizáveis.

Por outro lado, uma medida de mitigação do risco corresponde à preparação da população que se encontra no vale a jusante da barragem e que deverá saber como atuar perante uma

situação de rotura. Desta forma, a proteção civil deve promover e divulgar ações de sensibilização à população, através de sessões de esclarecimento e divulgação de informações úteis (sob a forma de folhetos, cartazes, brochuras) referentes ao risco de rotura da barragem (ex.: existência de planos de emergência, locais de concentração da população) (Viseu, 2013, p. 439). Contudo, a idade e o nível de escolaridade da população devem ser tidos em conta quando se faz a comunicação de risco. Assim, perante uma população idosa e pouco escolarizada, deve ter-se em atenção qual a forma de comunicação utilizada (Silva, 1997, p. 15).

Importa também apostar na educação e em exercícios, onde será possível testar: os planos de emergência, a descodificação dos significados das mensagens e as regras de evacuação previamente elaboradas, promovendo a sua melhoria. Adicionalmente, o dono de obra e a proteção civil devem participar no exercício, podendo os exercícios ser internos (apenas envolvendo a infraestrutura) ou externos (envolvendo a infraestrutura, as entidades de proteção civil e a população). Por outro lado, este tipo de acontecimentos exige uma forte preparação, meios avançados de informação e de tomada de decisão, uma coordenação expedita, um conhecimento dos locais e das situações e um treino e preparação cultural (Viseu, 2013, p. 439; Almeida, *et al.*, 2003, p. 192).

Segundo Silva (1997), Almeida (2002) e Almeida *et al.* (2003), a comunicação do risco é muito importante na medida em que contribui para a motivação da população e para um comportamento participativo em processos públicos de decisão, por exemplo através do impedimento ou condicionamento da ocupação de zonas críticas por edificações. Adicionalmente, a comunicação deverá ser precisa e a transmissão das instruções de segurança corretas, pois não podem existir interpretações diferentes das instruções, designadamente sobre incertezas e ter-se em atenção se a mensagem transmitida foi eficaz, de forma a evitar comportamentos que não são desejados e o pânico associado (Silva, 1997, p. 3; Almeida, 2002, p. 19; Almeida *et al.*, 2003, p. 162).

A comunicação do risco deverá ser apoiada por especialistas de psicologia social, de forma a entender e analisar a perceção do risco nas populações ou individualmente, de acordo com os vários fatores socioculturais do vale (Almeida, 2002, p. 19).

#### **2.4. Histórico de acidentes graves ou catástrofes que envolvam a rotura de barragens**

Não se pode garantir a segurança absoluta das barragens, tendo-se verificado alguns acidentes graves ou catástrofes que ficaram marcados na história.

Nos dois últimos séculos registaram-se cerca de 17 000 vítimas mortais humanas, com origem na rotura de barragens (Tabela 5). Verifica-se também que a média encontra-se na ordem de 90 óbitos por ano, o que corresponde a um número relativamente reduzido quando comparado com o registo de várias dezenas de milhares de mortes anuais que derivam de cheias de natureza comum (Lempérière, 1993, *cit.* Quintela *et al.*, 2001, p. 3-38/3-39).

A Tabela 5 considera apenas a existência de um acidente na China, em 1993, visto que não há informação anterior disponível; contudo, estima-se que durante o século XX tenham ocorrido neste país cerca de 230 000 mortes por cheias derivadas de rotura de barragens (WP&DC, 1995 *cit.* Quintela *et al.*, 2001, p. 3-39).

Adicionalmente, no período compreendido entre 1830 e 1930, no Reino Unido verificaram-se 12 roturas de barragens que deram origem a 421 vítimas. Com a publicação de diretivas relativas à segurança de barragens em 1930, assistiu-se a uma redução significativa de ocorrências nos 70 anos seguintes (Quintela *et al.*, 2001, p. 3-39).

Mais recentemente, a 12 de fevereiro de 2017, devido a danos detetados na barragem de Oroville, no norte da Califórnia (EUA), a cerca de 250 km de São Francisco, foi necessário evacuar cerca de 180 000 residentes das localidades próximas da barragem que corriam o risco de inundação (Wright, 2018). Em setembro do mesmo ano, a barragem de Guajataca, em Porto Rico, também apresentou deteriorações causadas pela passagem do furacão Maria, sendo necessário evacuar de cerca de 70 000 residentes da zona de Guajataca. Em 2018 ocorreu a rotura da barragem de Pavel, no Quênia provocando mais de 50 mortes. Nesse mesmo ano, a rotura da barragem de Xe-Namnoy, em Laos, provocou 27 mortos e centenas de desaparecidos.

**Tabela 5 – Principais ocorrências de cheias provocadas por roturas de barragens.**

Barragem	País	Ano	Nº de vítimas	Altura (m)	Tipo de barragem <sup>5</sup>
Puentes	Espanha	1802	607	21,9	M
Dale Dyke	Reino Unido	1864	250	29	ER
Iruka	Japão	1868	1200	28	-
Mill River	EUA	1874	143	-	TE
El Habra	Argélia	1881	209	43	-
South Fork (Jonhnstown)	EUA	1889	2209	22	TE
Walnut Grove	EUA	1890	150	33	TE
Bouzey	França	1895	100	18	M
Austin	EUA	1911	100	15	G
Bila Desna	Checoslováquia	1916	65	17	TE
Gleno	Itália	1923	300	44	CB
St. Francis	EUA	1928	420	62	VA/PG
Granadillar	Espanha	1934	9	-	-
Zerbino	Suíça	1935	111	12	PG
Veja de Tera	Espanha	1959	144	34	CB
Malpasset	França	1959	421	66,5	VA
Orós	Brasil	1960	1000	54 <sup>6</sup>	TE
Babú Yar	URSS	1961	145	-	TE
Hyokiri	Coreia do Sul	1961	250	16	-
Kuala Lampur	Malásia	1961	600	-	-
Quebrada la Chapa	Colômbia	1963	250	-	-
Vajont	Itália	1963	2600	-	VA
Baldwin Hills	EUA	1963	3	71	TE
Torrejon Tajo	Espanha	1965	30	62	PG
Vratsa	Bulgária	1966	600	-	-
Nanaksagar	Índia	1967	100	16	TE
Sempor	Indonésia	1967	200	54	ER
Pardo	Argentina	1970	25	15	ER
Canyon Lake	EUA	1972	300	6	TE
Bear Wallow	EUA	1976	5	15	TE
Del Monte	Colômbia	1976	80	33	-
La Paz	México	1976	430	10	TE
Santo Thomas	Filipinas	1976	80	33	TE
Teton	EUA	1976	11	123	TE
Bolan	Paquistão	1976	20	19	TE
Kelly Barnes	EUA	1977	37	13	ER/TE
Machu II	Índia	1979	2000	26	TE
Hirakud	Índia	1980	118	61	-
Gotwan	Irão	1980	200	22	TE
Karnataka	Índia	1981	47	2	TE
Tous	Espanha	1982	40	50	TE/PG
Belci	Roménia	1982	20	18	TE
Kantalai	Sri Lanka	1986	127	27	PG (M)
Sargozan	URSS	1987	28	-	-
Gouhou	China	1993	1257	70	-
Tirlyan	Rússia	1994	75	13	TE
Kénogami	Canadá	1996	5	-	-
Oroville	EUA	2017	Evacuados cerca 180 000	37	TE

<sup>5</sup> Vide subcapítulo 2.1.1.

<sup>6</sup> A barragem de Óros colapsou com 35 m, quando ainda se encontrava em construção.

Barragem	País	Ano	Nº de vítimas	Altura (m)	Tipo de barragem <sup>5</sup>
			residentes		
Guajataca	EUA	2017	Evacuados cerca de 70 000 residentes	37	TE
Pavel	Quênia	2018	Cerca de 50 mortes	-	TE
Xe-Namnoy	Laos	2018	27 mortes e centenas de desaparecidos	73	TE

Fonte: Adaptado de Quintela *et al.*, 2001, p. 3-39/3-40; Viseu, 2008, Tabela A2.4 do anexo 2; Jansen, 1980.

No que se refere a Portugal, existem exemplos de deteriorações em barragens de pequena dimensão (ex.: Barragens do Pisco, Lapão, Hospitais), mas também existem exemplos de deteriorações em barragens de grande dimensão. Em 1959 houve um registo da rotura da barragem de terra de Venda Velha, na Herdade do Rio Frio, em Pinhal Novo, em consequência do galgamento, por insuficiência dos órgãos de descarga. Esta barragem foi posteriormente reconstruída (Palma Carlos, 1965, *cit.* Quintela *et al.*, 2001, p. 3-62).

## 2.5. Legislação aplicável ao risco de rotura de barragens no Mundo e em Portugal

O risco de rotura de barragens é, como se viu antes, transversal a todo o Mundo. Torna-se, por isso, indispensável a existência de legislação específica sobre esta temática, que tenha em atenção a segurança da própria estrutura, que diminua a probabilidade de ocorrência de acidentes graves ou catástrofes e que reduza o seu impacto nas pessoas, bens e ambiente situadas nos vales a jusante de barragens (Quintela *et al.*, 2001, p. 3-5).

De acordo com Zuffo *et al.* (2009), a necessidade de manter as populações seguras face aos riscos associados a estes empreendimentos é algo que muitos países têm tentado assegurar através do desenvolvimento de legislação específica, onde são incluídas regras desde a fase de projeto, monitorização, inspeção e exploração das diversas barragens. (Martins, 2007, *cit.* Zuffo *et al.*, 2009, p. 3).

Nos países onde existe legislação própria para as questões relacionadas com a segurança de barragens torna-se mais fácil manter a segurança em patamares mais aceitáveis face aos países onde esta não existe.

A regulamentação ao nível internacional aborda o critério da dimensão da barragem como um fator decisivo para considerar a sua aplicação nos regulamentos de segurança,

particularmente no designado *fator barragem* (“*dam factor*”):  $H \times V$  (sendo  $H$  a altura da barragem e  $V$  a capacidade da albufeira, ou o volume armazenado sob o NPA). Ultimamente, o critério da dimensão da barragem não tem sido utilizado da mesma forma e opta-se por utilizar o critério relativo ao risco potencial a jusante (Viseu, 2008, p. 72).

Através da observação da Tabela 6, que apresenta os critérios de aplicação da legislação sobre segurança de barragens em diversos países, verifica-se que a nível mundial não existe qualquer tipo de facilitismo em termos de legislação face à segurança de barragens, aplicando-se critérios de segurança a infraestruturas com alturas inferiores a 10 m e com capacidade de armazenamento superior a 25 000 m<sup>3</sup> (Viseu, 2008, p. 73).

Adicionalmente, através de um cálculo constante de várias cheias induzidas, Viseu e Martins (1998) demonstram que a rotura de pequenas barragens pode dar origem a escoamentos com particularidades fatais, tal como se tem verificado com o decorrer dos tempos (exemplo disso é o número de vítimas provocado pela rotura de barragens, constantes na Tabela 5).

**Tabela 6** – Critérios de aplicação da legislação sobre segurança de barragens.

País	Critérios
África do Sul	$H > 5 \text{ m}$ e $V > 50\,000 \text{ m}^3$
Canadá, EUA <sup>7</sup>	$H > 7,60 \text{ m}$ e $V > 61\,670 \text{ m}^3$
Eslovénia, Espanha	Regras da ICOLD <sup>8</sup>
Finlândia	$H > 3 \text{ m}$
França	$H > 20 \text{ m}$ ou quando implicam perigo para a população; $H > 20 \text{ m}$ e $V > 15 \times 10^6 \text{ m}^3$ obriga a plano de emergência
Itália	$H > 15 \text{ m}$ ou $V > 10^6 \text{ m}^3$
Noruega	$H > 4 \text{ m}$ ou $V > 500\,000 \text{ m}^3$
Reino Unido	$V > 25\,000 \text{ m}^3$
Suécia <sup>9</sup>	$H > 15 \text{ m}$ ou $V > 50\,000 \text{ m}^3$
Suíça	$H > 10 \text{ m}$ ou $H > 5 \text{ m}$ e $V > 50\,000 \text{ m}^3$
Zimbabwe	$H > 8 \text{ m}$

**Fonte:** Adaptado de Martins, 2000b *cit.* Viseu, 2008, p. 73; Martins, 1999, p. 73.

Desta forma, os autores consideram que o valor de 10<sup>5</sup> m<sup>3</sup> não é considerado demasiado baixo (Viseu, 2008, *cit.* Martins e Viseu, 1998, p. 73-74).

<sup>7</sup> Não aplicável em todo o território (estado federal).

<sup>8</sup>  $H > 15 \text{ m}$  ou  $H > 10 \text{ m}$  desde que  $L > 500 \text{ m}$  ou  $V > 10^6 \text{ m}^3$  ou  $Q > 2000 \text{ m}^3/\text{s}$  ( $L$  é o desenvolvimento do coroamento e  $Q$  é o caudal de projeto do descarregador de cheias).

<sup>9</sup> Devem ser inventariadas as barragens com  $H > 5 \text{ m}$ .

Em Portugal, a legislação atualmente em vigor, “*aplica-se a barragens de altura igual ou superior a 15 m, medida desde a cota mais baixa da superfície geral das fundações até à cota do coroamento, ou a barragens de altura igual ou superior a 10 m cuja albufeira tenha uma capacidade superior a 1 hm<sup>3</sup>, designadas por grandes barragens*”, como já anteriormente referido no presente trabalho (artigo 2.º do RSB, 2018, p. 1440).

Por outro lado, em Portugal, a primeira legislação relativa à segurança de barragens data de 1968 e corresponde ao Regulamento de Pequenas Barragens de Terra. Na década de 60 surgiram diversas barragens desse tipo destinadas à rega. Este Regulamento foi substituído pelo Regulamento de Segurança de Barragens, em 1993 (Marques, 2014, p. 6).

Em 1990, foi publicado o Regulamento de Segurança de Barragens e passou a considerar as barragens de maiores dimensões e todas as albufeiras com uma capacidade de 100 000 m<sup>3</sup> (Gomes, 1999, p. 13).

Posteriormente, em 1993, foram publicadas Normas de Projeto, de Construção e de Observação e Inspeção. Adicionalmente, em 2007 foi alterado o Regulamento de Segurança de Barragens que datava de 1990. Por fim, mais recentemente, e após cerca de dez anos o Regulamento voltou a ser alvo de alterações, o que originou à sua republicação em 2018 (Tabela 7).

**Tabela 7** – Regulamentos de Segurança e de Normas de Barragens em Portugal.

Ano	Diploma
1968	Decreto-Lei nº 48 373, de 8 de maio e Decreto-Lei nº 48 643, de 23 de outubro (Regulamento de Pequenas Barragens de Terra (RPBT)).
1990	Decreto-Lei nº 11/90, de 6 de janeiro (Regulamento de Segurança de Barragens (RSB)).
1993	Decreto-Lei nº 409/93, de 14 de dezembro (Regulamento de Pequenas Barragens) – substitui RPBT.
1993	Portaria nº 846/93, de 10 de setembro (Normas de Projeto de Barragem).
1993	Portaria nº 847/93, de 10 de setembro (Normas de Observação e Inspeção de Barragens).
1998	Portaria nº 246/98, de 21 de abril (Normas de Construção de Barragens).
2007	Decreto-Lei nº 344/2007, de 15 de outubro (Regulamento de Segurança de Barragens) – substitui o anterior RSB.
2018	Decreto-Lei nº 21/2018 de 28 de março, que republica o Decreto-Lei nº 344/2007, de 15 de outubro (Regulamento de Segurança de Barragens).

Fonte: Adaptado de Marques, 2014, p. 7.



No que concerne à análise de risco nos vales a jusante de barragens o conteúdo legislativo é diversificado consoante o país a que se refere. Desta forma, a obrigatoriedade da existência de sistemas de aviso e alerta, de efetuar o cálculo da onda de inundação e de estabelecer um plano de emergência, são determinados de forma diferente em diversas legislações (Martins, 1999, p.82).

A ocupação do solo no vale imediatamente a jusante da barragem é de extrema importância, na medida em que a classificação do risco potencial irá depender do tipo de ocupação. Desta forma, a classificação do risco varia de país para país e normalmente estabelece-se em três classes de risco (baixo, significativo e elevado). A classe de risco irá depender dos danos provocados pela rotura de uma determinada barragem, isto é, da população atingida e das deteriorações (Viseu, 2008, p.84).

A legislação portuguesa agrupa as barragens em função dos danos potenciais a elas associados. De acordo com o MOPTC (1990, p. 51), os danos potenciais agrupavam-se em:

- Baixo – na ausência de perdas de vidas humanas e custos materiais reduzidos;
- Significativo – havendo perda de algumas vidas humanas e custos materiais relativamente importantes;
- Elevado – quando haja lugar à perda de um número apreciável de vidas humanas e os custos materiais sejam altos.

A atual legislação portuguesa (RSB, 2018) agrupa os danos potenciais em classes: a classe I corresponde ao maior dano, a classe II a um dano intermédio e classe III ao menor dano (vide capítulo 1.2).

Os danos potenciais noutros países são classificados através do potencial de perda de vidas humanas, o que designa a classificação do risco. Exemplo disso são alguns estados dos EUA em que é suficiente que uma ameaça de perigo afete apenas uma pessoa (considerada insubstituível) para que se ache que a barragem apresenta risco máximo. Noutros países como no Reino Unido e na África do Sul, o risco máximo é concedido se a ameaça de perigo afetar 10 ou mais pessoas. Adicionalmente, a legislação espanhola atribui um critério de perigo vago em que considera a ameaça a um “*número reduzido de habitações*” (Martins, 2000b, *cit.* Viseu, 2008, p. 86/87).

Por outro lado, deverá existir uma mitigação do risco de rotura da barragem, sendo essa mitigação efetuada através de sistemas independentes, mas que funcionam em parceria, tais como (artigo 4.º do RSB, 2018, p. 1442):

- *“Sistema de observação da barragem - que corresponde a um conjunto de dispositivos para observação da barragem e detetar qualquer tipo de anomalia na infraestrutura;*
- *Sistema de alerta - que corresponde a um conjunto organizado de recursos humanos e meios técnicos que tem por funções informar os serviços e agentes de proteção civil face à iminência, ocorrência ou evolução de uma situação de emergência;*
- *Sistema de aviso - que corresponde a um conjunto organizado de recursos humanos e meios técnicos que tem por função informar a população da área eventualmente afetada da iminência, ocorrência ou evolução de uma situação de emergência”.*

O planeamento de emergência estabelece que a ação combinada dos sistemas referidos e a forma de atuar perante um acidente grave ou catástrofe devem estar considerados nos Planos de Emergência de Proteção Civil.

No entanto, a dimensão da barragem é bastante importante na obrigatoriedade de elaboração dos PEExt e da implementação dos sistemas de aviso e alerta, isto é, a legislação diverge bastante consoante o país a que se refere (Martins, 1999, p.82/83):

- Em Portugal, o planeamento de emergência aplica-se a todas as barragens classificadas como classe I, cabendo a responsabilidade de elaboração do PEI ao Dono de Obra e a elaboração do PEExt aos serviços de proteção civil, territorialmente competentes, tal como referido no capítulo 2.3;
- Em Espanha, a elaboração do PEExt apenas se aplica a barragens em que nas consequências da sua rotura existam perdas de vidas humanas. Desta forma, é necessário efetuar o cálculo da onda de inundação de forma a verificar-se quais as áreas inundáveis, contribuindo este cálculo para um eficaz ordenamento do território;
- Em França, para o mesmo efeito, a altura da barragem tem que ser superior a 20 m e o seu armazenamento de mais de  $15 \times 10^6 \text{ m}^3$ ;

- Na Roménia, tem que existir áreas habitadas a uma distância inferior a 10 km da barragem e a infraestrutura tem que apresentar uma altura superior a 10 m e que determine um armazenamento de mais de  $10 \times 10^6 \text{ m}^3$ , para a elaboração do PEExt;
- Na Suíça, todas as barragens que apresentem perigo para as populações e um armazenamento de mais de  $2 \times 10^6 \text{ m}^3$  são obrigadas a dispor de sistemas de aviso e alerta.

No que se refere aos sistemas de aviso no vale a jusante também existem diferenças entre os diversos países, sendo alguns exemplo delas (Viseu, 2008, p.89):

- Na Suíça, é proibida a utilização de alarmes automáticos, sendo o alarme efetuado por um operador que se encontra na barragem. Adicionalmente, os responsáveis pelo sistema de proteção civil aconselham a utilização de sirenes dentro das localidades e fora das localidades o uso de equipas móveis de alarme pertencentes ao município. Segundo Pougatsch *et al.* (1998), também na Suíça os procedimentos a adotar dependem da área inundável. Assim, quando a área é pequena (máximo de três localidades), altera-se o procedimento anterior e substitui-se as sirenes por carros com megafones, quando a área inundável é considerável, por exemplo albufeiras com mais de 2 milhões de  $\text{m}^3$ , devem ser instaladas, na zona próxima, sirenes ("*water alarm*") (Biedermann, 1997, *cit.* Viseu, 2008);
- Em França, a população localizada na zona do "*quarto de hora*", isto é, em risco é avisada diretamente e pessoalmente através do telefone (controlo computadorizado), uma vez que o sistema de aviso é completamente mecanizado e efetuado diretamente pelo sistema de emergência da barragem;
- Na Noruega, são utilizados alarmes automáticos, sendo a própria barragem que aciona o alarme aquando de uma rotura;
- Em Itália, é obrigatória a existência de marcas no terreno, numa extensão até 10 km a jusante da barragem, que delimitem a zona de inundação. Adicionalmente, é também obrigatório fazer preceder a abertura de comportas de um sinal sonoro.

Uma outra questão sobre a qual a legislação se pronuncia é acerca da definição do zonamento de risco no vale a jusante da barragem. Assim, e de acordo com a legislação nacional e

internacional, o zonamento de risco é efetuado com base no tempo de chegada da cheia induzida.

Desta forma, na zona a jusante mais próxima da barragem normalmente são instalados sistemas de aviso (através de sirenes, por exemplo) operados a partir da barragem, como forma de avisar a população imediatamente a jusante. A população ao detetar o aviso deverá deslocar-se para um local seguro previamente definido, ficando responsável pelo seu próprio salvamento.

Em Portugal, a zona a jusante mais próxima da barragem define-se como Zona de Autossalvamento (vide subcapítulo 2.1.3).

Em França, a “*zona do quarto de hora*”, já referido acima, corresponde à Zona de Autossalvamento, zona esta em que a onda de inundação chega em menos de 15 minutos e onde não há a possibilidade dos meios de proteção civil intervirem. Nesta zona é que se instalam as sirenes (Martins *et al.*, 1997, p. 14/15; Martins, 1999, p. 84).

Ainda de acordo com Martins *et al.* (1997) e Martins (1999), na Suíça esse período de tempo é de 2 horas. No entanto, segundo a comunicação austríaca, não há qualquer possibilidade de salvamento na zona dos 20 minutos, correspondendo a uma extensão de 8,5 km, para barragens de betão. Sugere-se assim, 1 hora como a duração que define a Zona de Autossalvamento.

Nesta conformidade, segundo Carmo (2013) e Marques (2014), os requisitos mínimos para a obrigatoriedade de planos de emergência diferem entre países e mesmo entre regiões. Estas diferenças poderão dever-se ao enquadramento legislativo pré-existente, ao histórico de incidentes, ao clima e a outros aspetos singulares de cada país. No entanto, a existência de planos de emergência e/ou de sistemas preventivos de alerta são requisitos obrigatórios, para as barragens que armazenem um grande volume de água e que se localizem num vale confinado no qual existem habitações em número significativo (Carmo, 2013, p. 453; Marques, 2014, p. 36).

## **2.6. Os SIG e o estudo do planeamento de emergência em barragens**

A hipótese de ocorrer um acidente grave ou catástrofe que tenha origem na onda de inundação provocada pela rotura de uma barragem deverá ser analisada e estudada, de forma a minimizar as consequências derivadas desse acidente, principalmente no que se reporta à perda de vidas humanas. Assim, deverão ser desenvolvidos planos de emergência como uma possível ação de mitigação do risco de rotura de barragens. Esses planos deverão conter informação atualizada e credível (ex.: vias de acesso, responsabilidades das entidades interveniente, mapas da área inundável, locais de abrigo) onde os serviços de proteção civil se poderão apoiar perante um acidente numa barragem (ANPC, 2009a, p.5).

Um aspeto que tem vindo a ganhar grande importância na elaboração de mapas é o desenvolvimento de interfaces em Sistemas de Informação Geográfica (SIG), bem como a utilização de cartografia em formato digital e de modelos digitais do terreno (Viseu, 2008, p.111).

A utilização dos SIG oferece vantagens na apresentação de mapas de inundação e respetiva análise dos resultados obtidos acerca do estudo de uma possível rotura de uma barragem, na medida em que possibilita o levantamento, monitorização e validação dos dados referentes ao risco em causa, bem como a caracterização das vias, das infraestruturas, dos sistemas de comunicação, dos recursos hídricos e da população no que se refere aos povoamentos mais vulneráveis e às áreas de maior suscetibilidade, reforçando desta forma a prevenção e o apoio à decisão operacional (Julião *et al.*, 2009, p. 11 e 17; Viseu, 2008, p. 111/112).

Desta forma, poderá referir-se que algumas das vantagens da utilização destes sistemas passam por um simples manuseamento dos dados para a criação de mapas, bem como da representação da área inundável e elementos suscetíveis de serem afetados. Estes sistemas permitem também a criação de um modelo digital de elevação (MDE), um armazenamento, análise, visualização e atualização dos dados de segurança relativos aos mapas de inundação e a conceção de aplicações multimédia com o objetivo de apoiar os planos de emergência de proteção civil (Morris e Galland, 2000, *cit.* Lauriano, 2009, p. 99/100; Gamboa *et al.*, s.d., p. 1).

Ainda segundo Lauriano (2009), existem diversos programas de geoprocessamento disponíveis no mercado, com *software* específico que são muito úteis na elaboração de mapas de inundação. As atuais tecnologias de SIG ajudam nesses trabalhos, permitindo uma

apresentação virtual, com uma elevada qualidade, para posterior divulgação e análise dos dados (Lauriano, 2009, p.100).

De acordo com Almeida (2002), inicialmente os mapas de inundação e respetiva área afetada destinavam-se apenas às entidades com responsabilidade na área da proteção civil, sendo de carácter reservado para qualquer cidadão. Esta situação acontece derivada do receio de causar alguma insegurança/medo na população localizada a jusante da barragem, o que poderia levar a situações de não-aceitação de construções de novas barragens. Outra explicação poderá ser o receio da barragem poder ser alvo de ataques de guerra, tal como já aconteceu no passado (2ª Guerra Mundial). No entanto, os mapas não podiam continuar a ser de carácter reservado, uma vez que contribuem para uma melhor resposta e atuação no vale a jusante perante um acidente grave ou catástrofe (Almeida, 2002, p.4).

A elaboração da cartografia de risco é uma tarefa muito importante a desenvolver no âmbito do planeamento de emergência de barragens, uma vez que contribui para uma gestão de risco ou gestão da emergência mais adequada e decisiva.

Assim, o mapeamento das áreas potencialmente inundáveis a jusante da barragem passa a ter uma importância fundamental na elaboração dos PEExt para a rotura de barragens. Pois, tais mapas fornecem uma descrição detalhada da área inundável, auxiliando na quantificação do risco de rotura de uma determinada barragem, bem como na representação da área inundável e respetivas consequências (Lauriano, 2009, p. 2/3).

Um exemplo de aplicação dos SIG corresponde ao caso de estudo no Vale do Rio Arade, a jusante das barragens do Arade e do Funcho (Portugal), no âmbito do programa “*Science for Stability*”, que envolveu o LNEC e o Instituto Superior Técnico (IST) no projeto *Dam Break Flood Risk Management*, cofinanciado pela NATO, pelo ex-Instituto da Água (INAG), pela Energia de Portugal (EDP) e pelo ex-Serviço Nacional de Proteção Civil (SNPC). Neste projeto foi construída uma Base de Dados e um SIG para a segurança de barragens que assentou em avanços recentes na área das tecnologias de informação e da comunicação de dados (Almeida, 1997b, p. 1; Santos *et al.*, 1997, p. 2; Gamboa *et al.*, s.d., p. 1/2; MOPTH, 2003, p. 9).

O sistema incluía uma Base de Dados com informação acerca das grandes barragens portuguesas (órgãos de segurança, sistema de observação e plano de emergência) e um SIG com informação georreferenciada do vale a jusante da barragem do Arade (cartografia de

base e de ocupação do solo e informação socioeconómica) (Santos *et al.*, 1997, p. 10; Gamboa *et al.*, 1999, p. 1).

A combinação da informação contida no sistema com os resultados dos modelos de rotura de barragens desenvolvidos no âmbito do projeto, permitiram que o sistema identificasse os locais mais suscetíveis à inundação para os diversos cenários de rotura e a sua representação num mapa (Gamboa *et al.*, 1999, p. 1).

A principal finalidade dos mapas de inundação é mostrar a extensão e o tempo esperado de uma cheia proveniente da rotura de uma barragem, auxiliando as ações de emergência por parte do Dono de Obra, dos Agentes de Proteção Civil e dos Organismos e Entidades de Apoio. Esses mapas devem fornecer informações suficientes para que no vale a jusante possam ser preparados os sistemas de aviso, alerta e os planos de emergência, para além de melhorar a gestão do uso e ocupação do solo, determinem as áreas prioritárias de evacuação (Balbi, 2008, *cit.* Lauriano, 2009, p. 10; Santos, 2002, p. 6).

Desta forma, através das ferramentas SIG, para diferentes cenários é possível efetuar (Santos, 2002, p. 5):

- A definição da melhor localização para a instalação dos sistemas de aviso à população;
- A identificação da população e dos edifícios no vale a jusante da barragem suscetíveis de serem afetados;
- A definição dos itinerários de evacuação da população localizada a jusante;
- A identificação de locais seguros para onde a população se deverá dirigir no imediato;
- A identificação de caminhos de acesso à barragem e às áreas habitadas;
- A identificação das áreas vulneráveis e das zonas de risco para diversos instantes e diferentes alturas da onda de inundação;
- A identificação das vias rodo e ferroviárias cuja circulação deverá ser interrompida;
- A identificação da localização e características dos diversos meios da proteção civil que poderão dar resposta à emergência;
- O registo de situações de inundação anteriores com respetivo mapeamento;

- Estimativa dos danos materiais decorrentes de acidente (pontes, estradas) e recursos alternativos.

No que se refere à gestão da emergência, a resposta a um determinado acidente grave ou catástrofe que envolva a rotura de uma determinada barragem carece do uso de ferramentas que permitam uma melhor apreensão da área afetada pela onda de inundação, bem como uma estimativa do tempo de resposta e ativação de meios a mobilizar. Neste sentido, os SIG são de grande relevância, na medida em que permitem mostrar/verificar, por exemplo (Santos, 2002, p. 6):

- O mapeamento da área inundável em função da onda de inundação e das áreas consideradas mais críticas;
- As infraestruturas viárias afetadas e não afetadas;
- Os itinerários de evacuação;
- Os recursos materiais e humanos existentes na proximidade da área afetada.

No que concerne à escala utilizada na produção dos mapas, a maior parte dos países utiliza a escala de 1:10 000 ou 1:25 000, uma vez que são escalas razoáveis e podem ser úteis na estimativa do número de edifícios, vias rodovias e ferroviárias e ocupação do solo. No entanto, existem países que adotam como padrão outras escalas e que possuem muitas zonas quase sem infraestruturas e sem população, a escala 1:50 000 (Viseu e Ramos, 1999, *cit.* Lauriano, 2009, p. 95; Ribeiro, 1997, p. 9/12).

Em conclusão, a cartografia de risco é uma ferramenta essencial para o prosseguimento dos objetivos operacionais da proteção civil e para a elaboração de planos de emergência, na medida em que pode integrar múltiplos conjuntos de dados espaciais nos SIG (Julião *et al.*, 2009, p. 35).



### **3. INFORMAÇÃO GEOGRÁFICA E CARACTERIZAÇÃO DA BARRAGEM DE ODIVELAS**

#### **3.1. Os SIG na análise da área inundável pela barragem de Odivelas**

Os Sistemas de Informação Geográfica (SIG) estão cada vez mais presentes na nossa sociedade e apresentam como funcionalidades a aquisição e o armazenamento e gestão de dados, a exploração e análise, bem como a produção de *outputs*. Este sistema é de grande utilidade na resolução de problemas de pesquisas e análises espaciais; facilita a articulação e cruzamento com diversas temáticas; assenta numa base gráfica espacial, com relações diretas com bases de dados estruturadas; permite uma maior flexibilidade entre aplicações e utilizadores; e, apresenta uma elevada capacidade de resposta e otimização do processo de tomada de decisão (Reis, 1996, p. 6/7).

Desta forma, os SIG dispõem de uma série de instrumentos com competência para gerir de forma eficaz o território, através da organização e análise da informação.

No caso concreto da barragem de Odivelas, pretende-se através dos SIG, efetuar um estudo da população, edifícios e alojamentos presentes na área inundável e a delimitação e tipificação das Zonas de Intervenção Operacional e análise de variáveis indispensáveis à tipificação dessas Zonas, através de uma metodologia que permite averiguar as áreas restritas e as áreas aptas para a melhor localização.

O presente trabalho baseia-se em estimativas e em superfícies que associam um valor, designado por custo ao atravessar uma célula. A matriz que representa os custos associados ao atravessamento das células chama-se de superfície de custo, correspondendo a produção da superfície de custo a uma análise multicritério, onde são atribuídas ponderações aos diversos fatores intervenientes na quantificação do custo de atravessamento das células. Posteriormente, é feita uma conversão dos dados geográficos em estrutura vetorial para estrutura matricial (resolução espacial de 20 m). Para a elaboração de uma superfície de custo tomam-se os conjuntos de dados geográficos modelados e que possam condicionar ou não, por dificuldade ou favorecimento, o esforço, tempo ou custo de atravessamento ou construção. A superfície de custo é dada como ponderação dos conjuntos de dados relevantes, normalizados através de uma reclassificação dos valores das células. Adicionalmente, o custo de atravessamento de cada célula deverá ser positivo, uma vez que os custos negativos inviabilizam a aplicação de alguns algoritmos de decisão de caminhos de

menor custo, e custos de atravessamento nulos tornam indiferente a ponderação interna de fatores ao tornar forçosa a passagem por células onde a valoração assim seja feita (Matos, 2008, p.139).

O *software* utilizado no presente trabalho foi o *ArcGIS*, no entanto, poderia ser utilizado qualquer outro tipo de *software* com as mesmas características, visto que todos os SIG disponibilizam as funcionalidades utilizadas no desenvolvimento da presente metodologia. O *ArcGIS* permitiu analisar o território afetado pela onda de inundação, a uma escala de 1: 10 000, o que se torna essencial para alcançar o objetivo deste trabalho. O sistema de representação cartográfico utilizado foi o PT-TM06/ETRS 89.

### 3.2. Descrição da informação geográfica utilizada

Para o desenvolvimento do trabalho foi necessário a recolha de informação cartográfica de base, bem como visitas de campo, de forma a uma melhor definição/ tipificação dos locais mais aptos à localização das Zonas de Intervenção Operacional na proximidade da área inundável.

A elaboração da cartografia temática, para representar e definir as áreas aptas à localização das zonas teve por base a cartografia da área inundável, constante do Plano de Emergência Interno da Barragem de Odivelas, bem como um conjunto de variáveis presentes na Tabela 8.

**Tabela 8** - Propriedades da informação utilizada no trabalho.

Temas	Escala/ Resolução	Sistemas de Referência	Autor/Proprietário	Fonte de Informação
Altimetria (curvas de nível e pontos cotados)	1/10 000	Datum Lisboa, Hayford Gauss,	Instituto Geográfico do Exército (IGeoE)	Carta Militar de Portugal
Área Inundável	1/25 000	Datum 73, Hayford Gauss, IPCC	ABORO	PEI Barragem Odivelas
Limites Administrativos			DGT	CAOP (2016)
Ocupação do Solo (nível 5)				Carta de Ocupação do Solo (COS 2007)
Ortofotos 2012	50 cm	ETRS 1989 Portugal TM06		Ortofotos digitais de Portugal
População no vale a jusante	1/10 000		INE	BGRI (Censos 2011)
Pontes			DGT/CM	Modelo Numérico Cartográfico 10K
Redes rodo e ferroviária				
Elementos construídos				

**Nota:** CM (Câmaras Municipais de Alcácer do Sal, de Ferreira do Alentejo e de Grândola).

### 3.3. Caracterização da Barragem de Odivelas

A barragem de Odivelas (Figura 4) é explorada pela Associação de Beneficiários da Obra de Rega de Odivelas (ABORO), encontra-se inserida sobre a ribeira de Odivelas e localiza-se na freguesia de Odivelas, concelho de Ferreira do Alentejo, no distrito de Beja.



**Figura 4 – Barragem de Odivelas**

Fonte: Própria, 2017

A barragem localiza-se a aproximadamente 15 km a montante da confluência das ribeiras de Odivelas e das Soberanas, definindo uma bacia hidrográfica com cerca de 430 km<sup>2</sup>.

Na Tabela 9 é possível observar-se as características gerais da Barragem de Odivelas. Estas e outras características podem também ser encontradas no sítio “*Barragens de Portugal*” (APA)<sup>10</sup>.

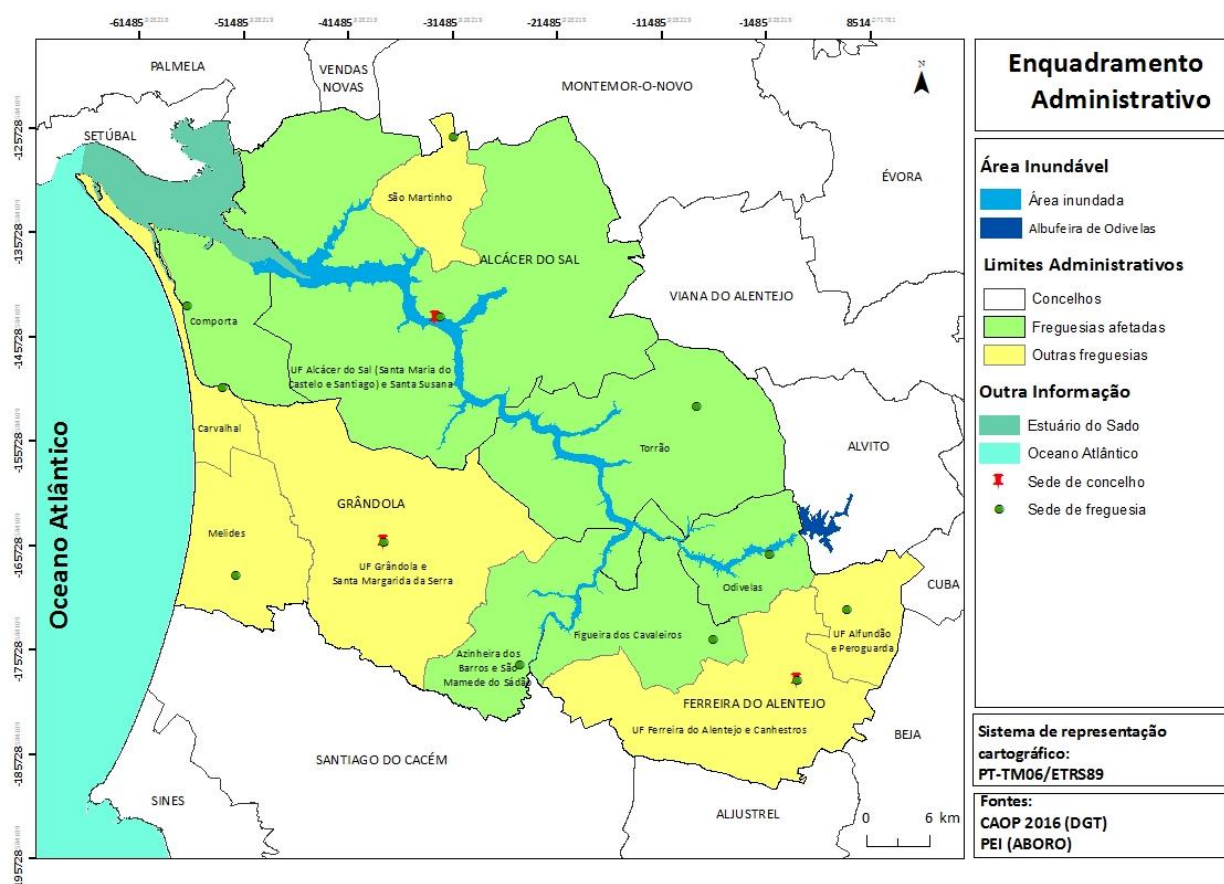
De acordo com o PEI, uma possível rotura desta barragem afetará os distritos de Beja e Setúbal, mais precisamente os concelhos de Ferreira do Alentejo, Grândola e Alcácer do Sal (Figura 5).

<sup>10</sup> [http://cnpqb.apambiente.pt/gr\\_barragens/gbportugal/Odivelas.htm](http://cnpqb.apambiente.pt/gr_barragens/gbportugal/Odivelas.htm) (acedido em 30.11.2017 às 21h01).

**Tabela 9** - Características gerais da Barragem de Odivelas.

Parâmetros	Características
Tipo de Barragem	Mista (betão e aterro homogéneo)
Data de Construção	1972
Data do 1º Enchimento	Período de 1972 até final de 1976
Utilizações a que se destina	Captação de água para rega
Posto de Observação e Controlo (POC)	Edifício da ABORO junto ao encontro esquerdo da barragem, situado à cota de 111 m.
Barragem a Montante	Barragem de Alvito
Barragem a Jusante	Inexistentes; no entanto, a cerca de 20,7 km, ocorre a confluência da ribeira de Odivelas com o rio Sado.
Altura máxima da Barragem	58,0 m
Nível Pleno Armazenamento (NPA)	103,0 m
Volume total armazenado à cota do NPA	96 hm <sup>3</sup>
Área superficial da albufeira para o NPA	7,9 km <sup>2</sup>
Perímetro da albufeira à cota do NPA	59,2 km
Nível Mínimo de Exploração (NmE)	91,3 m
Nível Máximo de Cheia (NMC)	104,4 m
Área de Inundação	100 km <sup>2</sup>

Fonte: PEI da Barragem de Odivelas, 2011; LNEC, 1992, p. 234/235.



**Figura 5** – Enquadramento Administrativo da barragem de Odivelas e respetiva área de inundação.

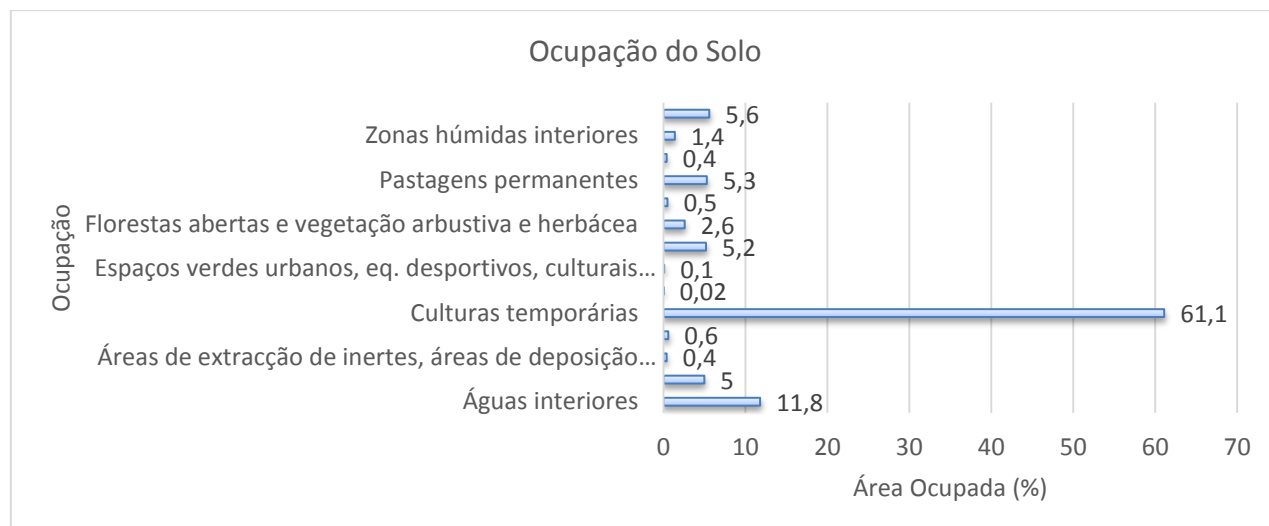
### **3.4. Caracterização do vale a jusante da barragem**

De acordo com o PEI, *“o vale a jusante da barragem desenvolve-se desde a barragem de Odivelas até à foz da ribeira de Odivelas a cerca de 20 km a jusante da barragem, prolongando-se pelo rio Sado, quer para montante até Azinheira dos Barros, numa extensão de cerca de 15 km, quer para jusante até ao estuário do Sado numa extensão de cerca de 61 km”*.

#### **3.4.1. Ocupação do solo**

Para a análise da ocupação do solo na área inundável utilizou-se a Carta de Ocupação do Solo (COS 2007) de nível 5; no entanto, dado o número de classes de ocupação do solo facultado por este nível, recorreu-se ao nível 2 como forma de sintetizar o conteúdo da Carta e possibilitar uma melhor visualização da referida ocupação (Figura 6).

Desta forma, o solo da área inundável é predominantemente ocupado por culturas temporárias (arrozais, culturas temporárias de regadio e culturas temporárias de sequeiro), que corresponde a 61,1% da área inundável, seguindo-se as águas interiores com 11,8% (em que os cursos de água naturais prevalecem em relação aos canais artificiais), as zonas húmidas litorais (salinas e sapais) que representam 5,6% da área potencialmente afetada, as pastagens permanentes, que ocupam 5,3% e as florestas (com destaque para as florestas de outras folhosas, para as florestas de pinheiro manso, para as florestas de pinheiro manso com folhosas e para as florestas de sobreiro), que correspondem a 5,2% da área inundável. Com menor representatividade destacam-se as culturas temporárias e/ou pastagens associadas a culturas permanentes (culturas temporárias de sequeiro tipo olival), cuja área de ocupação corresponde a 0,02%, seguindo-se os espaços verdes urbanos, equipamentos desportivos, culturais e de lazer, zonas históricas (outros equipamentos de lazer e parques e jardins) com 0,1% e o tecido urbano com 0,4%. Realça-se o facto de a área inundável ocupada pelo tecido urbano corresponder a uma percentagem preocupante para as entidades responsáveis pelo socorro e salvamento, uma vez que se encontra disperso (vide Figura 6 e Anexo I - Tabela I.1, onde consta informação mais detalhada).



**Figura 6** – Ocupação do solo (2007) na área inundável (Fonte: COS 2007, DGT).

### 3.4.2. Rede rodoviária

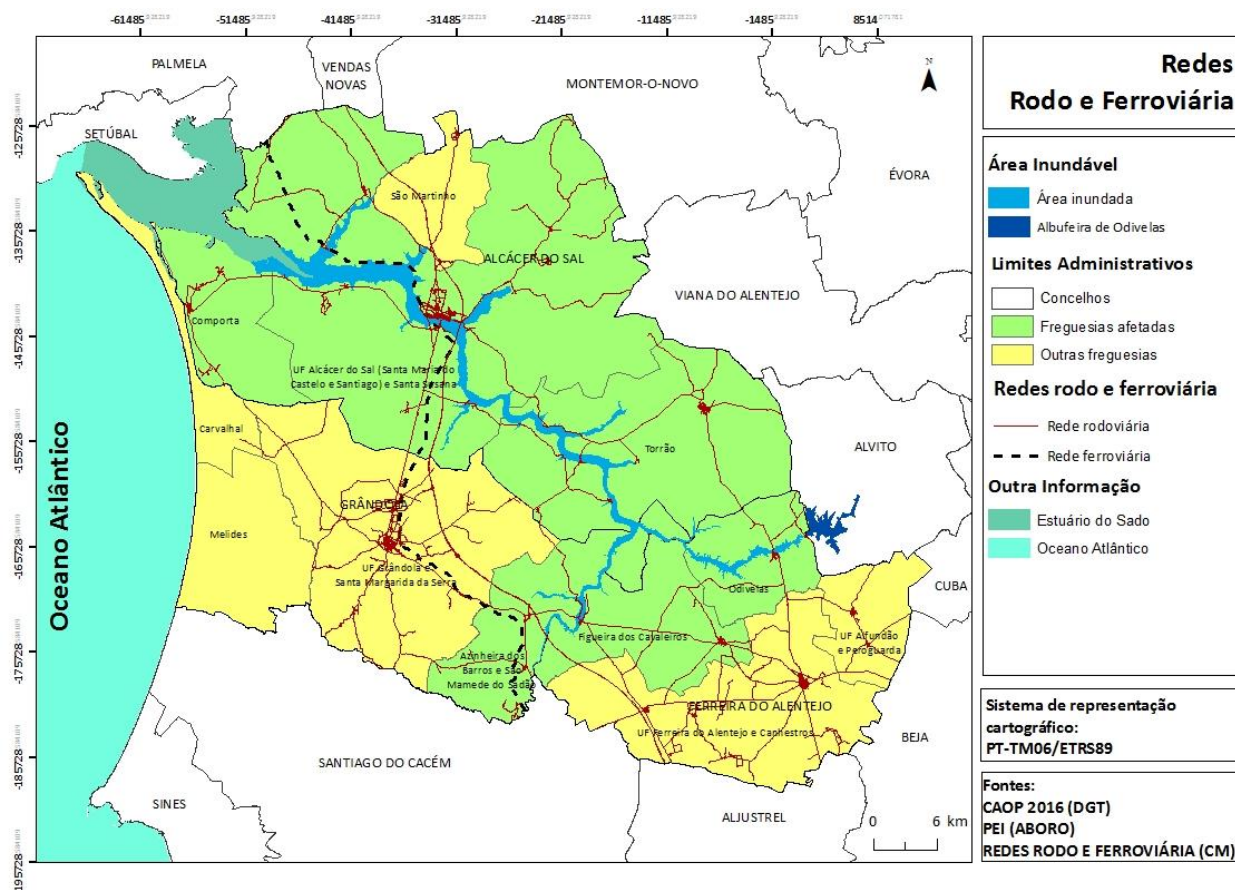
O vale a jusante da barragem é servido por uma rede rodoviária, que se destinam a assegurar diferentes necessidades de deslocação (Tabela 10 e Figura 7).

**Tabela 10** – Rede rodoviária no vale a jusante da barragem de Odivelas

Autoestradas (AE)	Itinerário Principal (IP)	Itinerário Complementar (IC)	Estradas Nacionais (EN)	Estradas Regionais (ER)	Estradas Municipais (EM)	Caminhos Municipais (CM)
A2	IP 8	IC 1	EN 2	ER 257	EM 524	CM 1001
			EN 5		EM 525	CM 1028
			EN 120		EM 526	CM 1029
			EN 121		EM 539	CM 1043
			EN 253		EM 540	CM 1044
			EN 257		EM 543	CM 1071
			EN 259		EM 544	CM 1076
			EN 261		EM 545	CM 1084
			EN 382		EM 1119	CM 1117
			EN 383			
			EN 387			
			EN 1001			

A jusante de Odivelas e como forma de complementar as vias, há que referir também a vasta rede de caminhos rurais existente e a linha ferroviária (linha do Sul e variante de Alcácer do Sal).





**Figura 7 – Redes Rodo e Ferroviária no vale a jusante da barragem de Odivelas**

### 3.4.3. Pontes

As pontes que incorporam a rede rodoviária constituem infraestruturas de elevada importância (Tabela 11).

Além destas pontes rodoviárias destaca-se a ponte sobre a ribeira de Grândola em Assencada, a ponte no ribeiro do Arção imediatamente a montante da confluência com o rio Sado, a ponte entre a Quinta do Ouvidor e o Monte Novo da Palma sobre a ribeira de S. Martinho, a ponte ferroviária a jusante de Alcácer do Sal, a ponte ferroviária “*mais recente*” sobre o rio Sado, a ponte pedonal em Alcácer do Sal (ao fundo da localidade de Porto Lezírias) e a ponte pedonal (zona ribeirinha de Alcácer do Sal).

**Tabela 11** – Pontes e respetivas vias no vale a jusante da barragem de Odivelas.

Identificação das vias		Nº de Pontes
A2		3
IP8		1
EN	EN2	1
	EN5	1
	EN120	2
	EN253	3
	EN259	1
ER	ER2	1
	ER262	1
EM	EM543	1
IC1		1



#### **4. METODOLOGIA E SISTEMATIZAÇÃO DE PROCEDIMENTOS PARA DELIMITAÇÃO E TIPIIFICAÇÃO DAS ZONAS DE INTERVENÇÃO OPERACIONAL**

##### **4.1. Estimativa de população, alojamentos e edifícios habitacionais na área inundável**

No vale a jusante da barragem de Odivelas observa-se a existência de edificação concentrada em pequenos núcleos populacionais nas margens da ribeira de Odivelas e do rio Sado, destacando-se pela sua proximidade a localidade e sede da freguesia de Odivelas (a cerca de 4 km da barragem), e pela sua dimensão a cidade de Alcácer do Sal (a cerca de 63 km da barragem) (PEI da Barragem de Odivelas).

Desta forma, é importante no vale a jusante da barragem quantificar o número de população residente e presente, bem como o número de alojamentos e edifícios que possa ser atingido pela onda de inundação perante uma possível rotura de barragem. Assim, através de dados ao nível da subsecção estatísticas da Base Geográfica de Referenciação de Informação (BGRI), do Instituto Nacional de Estatística (Censos 2011, INE), de mapas de inundação provenientes do PEI e de ortofotos/imagens do *Google Earth* é possível efetuar uma estimativa do número de pessoas em risco, tal como do número de alojamentos e de edifícios que possam ser afetados. Assim, em primeiro lugar deverá recorrer-se à informação constante da BGRI onde se insere a área geográfica inundável e considerar-se a informação seguinte:

- Número de edifícios (Anexo II - Tabela II.1): 1 e 2 pisos; 3 e 4 pisos; 5 ou mais pisos.
- Número de residentes (Anexo II – Tabela II.2), com diferenciação entre homens e mulheres, por faixa etária: 0 a 4 anos; 5 a 9 anos; 10 a 13 anos; 14 a 19 anos; 20 a 24 anos; 25 a 64 anos; 65 ou mais anos; total de residentes.
- Número de indivíduos presentes (Anexo II - Tabela II.3): homens e mulheres; total.
- Número de alojamentos (Anexo II - Tabela II.4): alojamentos familiares clássicos; alojamentos coletivos.

Uma vez efetuada a seleção da informação pretendida, deverá inserir-se essa informação no tema (*shapefile* do *ArcGIS*) referente à BGRI, de forma a permitir às entidades responsáveis, em termos de planeamento/resposta a emergências, uma maior perceção do tipo de edifícios afetados, número de residentes por idade e sexo, número de indivíduos presentes e número de alojamentos familiares clássicos e coletivos.

Posteriormente, deverá criar-se uma nova classe de entidades, onde se desenha os edifícios afetados pela onda de inundação com a ajuda de ortofotos e/ou da ferramenta “*Street View*” do “*Google Earth*”. Os edifícios poderão ser desenhados através de polígonos ou de pontos e deverão encontrar-se inseridos dentro da área inundável, quer na ZAS quer a jusante da ZAS.

De seguida deverá realizar-se uma interseção entre os dois temas, isto é, entre a *shapefile* com os edifícios desenhados (edificado) e a *shapefile* proveniente da BGRI com a informação adicional, mencionada anteriormente. Na sequência dessa interseção é possível começar a calcular/estimar a população, alojamentos e edifícios habitacionais na área inundável. Para isso, deverá contabilizar-se o número de edifícios desenhados anteriormente (edifícios afetados) dentro de cada subsecção estatística da BGRI (Figura 8 e 9).



**Figura 8** – Exemplo de identificação dos edifícios afetados na área inundável e em cada BGRI.

Fonte: Ortofotos 2012, DGT.

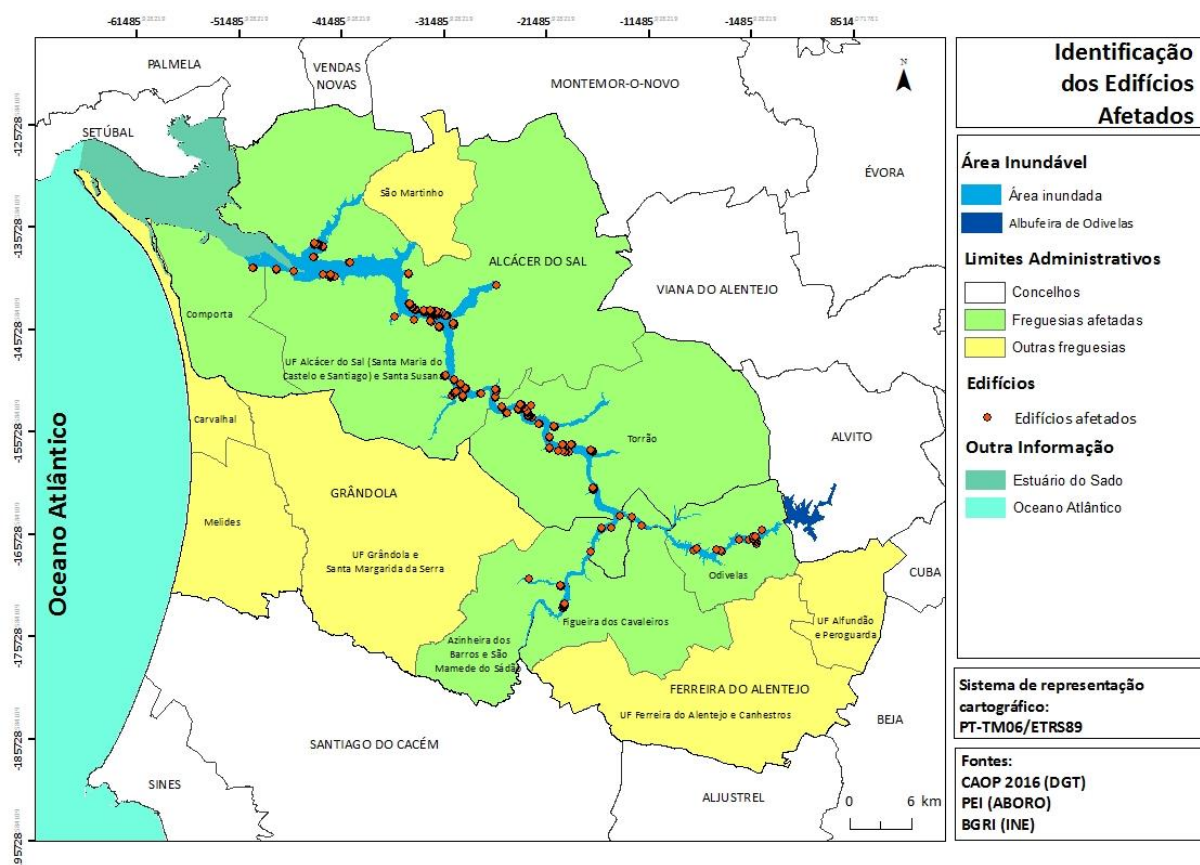


Figura 9 – Identificação dos edifícios afetados na área inundável.

De seguida, é possível obter uma estimativa ( $E$ ) do número de residentes, indivíduos presentes e alojamentos afetados ao nível da subsecção estatística da BGRI (Anexo II - Tabela II.5) através da aplicação das fórmulas seguintes, em que o total de edifícios corresponde ao somatório dos edifícios (edifícios com 1 e 2 pisos, edifícios com 3 e 4 pisos e edifícios com 5 ou mais pisos):

$$\text{Residentes afetados (E)} = \frac{\text{Edifícios afetados} \times \text{Total de indivíduos residentes}}{\text{Total de edifícios}}$$

$$\text{Presentes afetados (E)} = \frac{\text{Edifícios afetados} \times \text{Total de indivíduos presentes}}{\text{Total de edifícios}}$$

$$\text{Alojamentos familiares afetados (E)} = \frac{\text{Edifícios afetados} \times \text{Alojamentos familiares clássicos}}{\text{Total de edifícios}}$$

$$\text{Alojamentos coletivos afetados (E)} = \frac{\text{Edifícios afetados} \times \text{Alojamentos coletivos}}{\text{Total de edifícios}}$$

Através dos cálculos das estimativas foi possível obter a seguinte informação da área inundável (Tabela 12):

**Tabela 12** – Resumo do resultado das estimativas obtidas

Total de edifícios		Estimativa			
Edifícios afetados	Edifícios BGRI	Residentes	Indivíduos Presentes	Alojamentos Familiares	Alojamentos Coletivos
943	1522	1703	1623	1436	10

De referir que, nas estimativas obtidas a partir das fórmulas anteriores, considera-se que a população se distribui uniformemente, em cada subsecção, nos respetivos edifícios. Obviamente, esta abordagem corresponde a uma simplificação uma vez que não se consegue ter uma precisão do número exato de pessoas residentes em cada edifício, sendo que os valores reais apenas poderão ser obtidos através de trabalho de campo.

O cálculo das estimativas para a população presente e para os alojamentos familiares clássicos e coletivos afetados não interfere diretamente no trabalho desenvolvido, no entanto, o cálculo destas estimativas permite ter uma perceção do número de pessoas que poderão estar presentes e por sua vez serem afetadas pela inundação e dos alojamentos familiares clássicos e coletivos que poderão ser afetados. No entanto, o ideal será sempre realizar-se um trabalho de campo para aferir toda a informação. A presente estimativa também poderá ser considerada nos Planos de Emergência da Barragem, uma vez que esta informação é bastante detalhada e relevante para o conteúdo desse tipo de documentos.

Tem-se noção que outro tipo de metodologia poderia ser adotada para a obtenção da estimativa da população presente e dos alojamentos afetados, no entanto, seguiu-se o mesmo método de trabalho utilizado para o cálculo dos residentes afetados.

No que se reporta à estimativa correspondente ao número de população (população residente e população presente) nas áreas correspondentes às zonas inundáveis, deverá ter-se em atenção que esta poderá variar no tempo de acordo com a evolução sociodemográfica do vale, da época do ano e do período do dia. Os dados estatísticos reportam-se a um ano específico e nada invalida que essa informação não seja alterada, no que se refere à época do ano e ao período do dia com maior número de população seria interessante realizar um trabalho no terreno para avaliar estas situações, no entanto, a sua relevância apenas vai depender da altura do ano e do dia em que ocorrer a rotura da barragem.

A estimativa da população poderá ser considerada nas ações de mitigação, no âmbito da gestão do risco de rotura da barragem, na organização do plano de emergência externo (PEExt), nomeadamente na evacuação e na preparação das medidas de emergência a adotar (aviso às populações, encaminhamento da população, isolamento de vias de comunicação, tempos mínimos de atuação e informação pública).

#### **4.2. Estruturas de Suporte Operacional**

No vale a jusante da barragem é essencial encontrarem-se definidas Zonas de Intervenção Operacional, que se destinam a locais temporários afastados da área inundável, onde a população deverá permanecer em segurança e para onde se deverão deslocar os meios de apoio às operações perante um possível acidente grave ocorrido na barragem.

Para a definição das Zonas é essencial ter em linha de conta um conjunto de critérios, tais como a população afetada, a dimensão de um determinado lugar (ex.: espaço amplo), a existência de equipamentos de apoio e suporte (serviços de saúde, água potável, rede elétrica, etc.) existente nos concelhos abrangidos, acessibilidades, comodidade (tipo de piso, cobertura, etc.), declive, a distância a percorrer pela população, a distância a determinados elementos essenciais (restaurantes, postos de combustíveis, etc.) presentes nos concelhos próximos, bem como a ocupação do solo do terreno envolvente da área inundável.

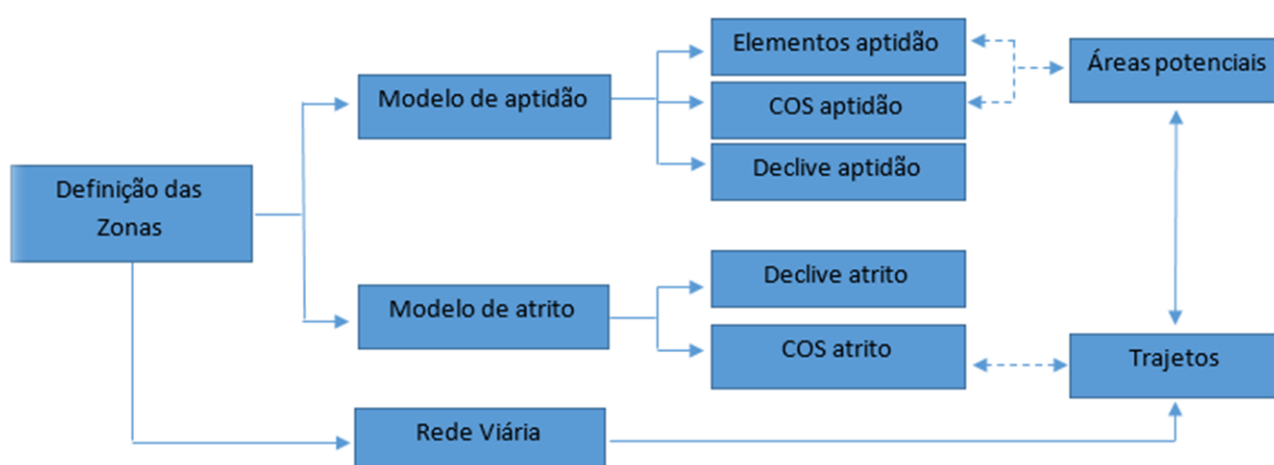
Foi selecionada uma área envolvente à área inundável (designada área de estudo), que distancia dela cerca de 10 a 15 km, considerada suficientemente abrangente, na qual se efetuaram todos os procedimentos com vista à identificação das Zonas. A definição desta área teve em consideração a rede viária e as infraestruturas existentes que possam ser utilizadas para a localização das Zonas de Intervenção Operacional.

De forma a se efetuar uma seleção das áreas que apresentam os melhores critérios para a localização das Zonas são utilizados a ocupação do solo, os elementos construídos, o declive, a rede viária, bem como considerados dois modelos: um modelo de atrito e um modelo de aptidão.

O modelo de atrito apenas é aplicado na tipificação da localização da ZCL, pois esta corresponde a uma zona específica em que as pessoas têm que se deslocar pelos seus próprios meios para um local previamente definido, seguro e não inundável. A identificação

desse local deverá ter em conta um trajeto não muito inclinado e cuja ocupação do solo não apresente elementos que possam constituir um obstáculo à deslocação. Desta forma, o modelo corresponde ao custo associado à deslocação da população potencialmente afetada que reside no vale a jusante, e que tem necessidade de se deslocar. Adicionalmente, o modelo de aptidão pretende apontar os locais mais aptos para a instalação das diversas zonas de apoio, as quais deverão estar fora da área potencialmente inundável e em locais com pouca inclinação e cuja ocupação do solo seja adequada, preferencialmente em elementos construídos.

No que se refere à rede viária importa efetuar a distinção entre a existência ou não das vias de comunicação (Figura 10), no entanto, foram também definidos diferentes máximos de velocidade, de acordo com as características das vias e na avaliação da acessibilidade a alguns serviços essenciais.



**Figura 10** - Esquema simplificado dos aspetos considerados na definição das Zonas de Intervenção Operacional.

### Declive

O declive é uma medida da inclinação do terreno que tem influência na deslocação das pessoas e na localização das Zonas de Intervenção Operacional, sendo essencial considerá-lo.

No presente trabalho o declive pode funcionar como uma componente de atrito, no que se refere à identificação da localização da ZCL. Um declive acentuado pode corresponder a uma

difficuldade sentida pelas pessoas no trajeto até à ZCL, logo este fator enquadra-se com o modelo de atrito, uma vez que dificulta a localização desta zona de intervenção em locais em que o trajeto apresente um declive acentuado. Em relação às restantes zonas esta questão não se coloca, uma vez que a deslocação é efetuada através de viaturas.

Por outro lado, o declive também pode funcionar como uma componente de aptidão, isto é, o local para a instalação das diversas Zonas de Intervenção Operacional não deve corresponder a áreas acima de determinados declives (locais muito inclinados), ajustando-se com o modelo de aptidão, na medida em que se pretende que a identificação das zonas ocorra em locais apropriados e com características precisas para a sua localização (ex.: locais amplos, pouco inclinados, com acessibilidades).

A definição do declive teve por base a Portaria nº 1532/2008, de 29 de dezembro (Regulamento Técnico de Segurança Contra Incêndios em Edifícios) e o Decreto-Lei nº 163/2006, de 8 de agosto (Acessibilidades).

No que se refere ao Regulamento Técnico de Segurança Contra Incêndios em Edifícios, a alínea a) do nº 1 do Artigo 66º, refere o declive máximo de 10 % para as rampas, escadas mecânicas e tapetes rolantes, nas vias verticais de evacuação. São exceção as rampas suscetíveis de utilização por pessoas com mobilidade condicionada, situação em que o declive máximo admissível é de 6 %.

O Decreto-Lei referente às acessibilidades, na secção 2.5 do anexo, indica que as rampas devem ter a menor inclinação possível, até 6 % ou 8 %, consoante as situações.

Desta forma, o valor de declive a considerar variará consoante a área de estudo. No presente trabalho considerou-se um declive de 15 % como aceitável, o que corresponde a um valor abrangente, podendo incluir outros contextos em que os declives são muito mais elevados do que os da área de estudo.

A conversão dos valores de declive em atrito pressupõe que valores acima de 15 % são desaconselhados, correspondendo a uma dificuldade inaceitável para deslocação até às diversas Zonas de Intervenção Operacional, pelo que lhes é atribuído o valor de 1 000 000. Para um declive 0 % a deslocação é efetuada com esforço mínimo (atrito 0), considerando-se que o acréscimo de atrito é linear até ao valor de 15 % (atrito 100).



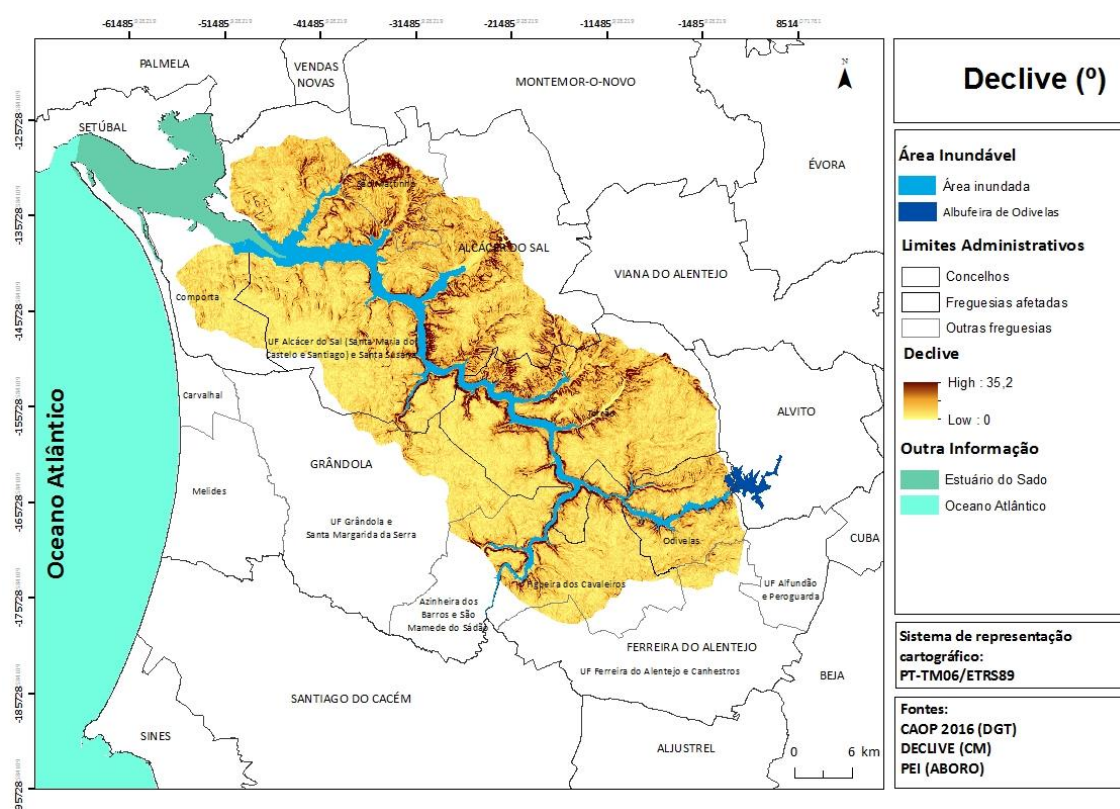
Aplicação dos SIG no desenvolvimento de Metodologia para a Delimitação e Tipificação das Zonas de intervenção Operacional em Barragens de Classe I

De acordo com os critérios anteriores, a dificuldade de deslocação (atrito) associada ao declive é obtida a partir da expressão condicional (*CON*) seguinte:

$$\text{Declive atrito} = \text{CON} ("Declive" > 15, 1000000, 6.6667 * \text{Declive})$$

em que a função " $6.6667 \times \text{Declive}$ " faz o escalonamento do atrito, de 0 a 100, para os valores de declive até 15%.

A área de estudo inclui terrenos com valores de declive entre 0° e 35° (Figura 11).



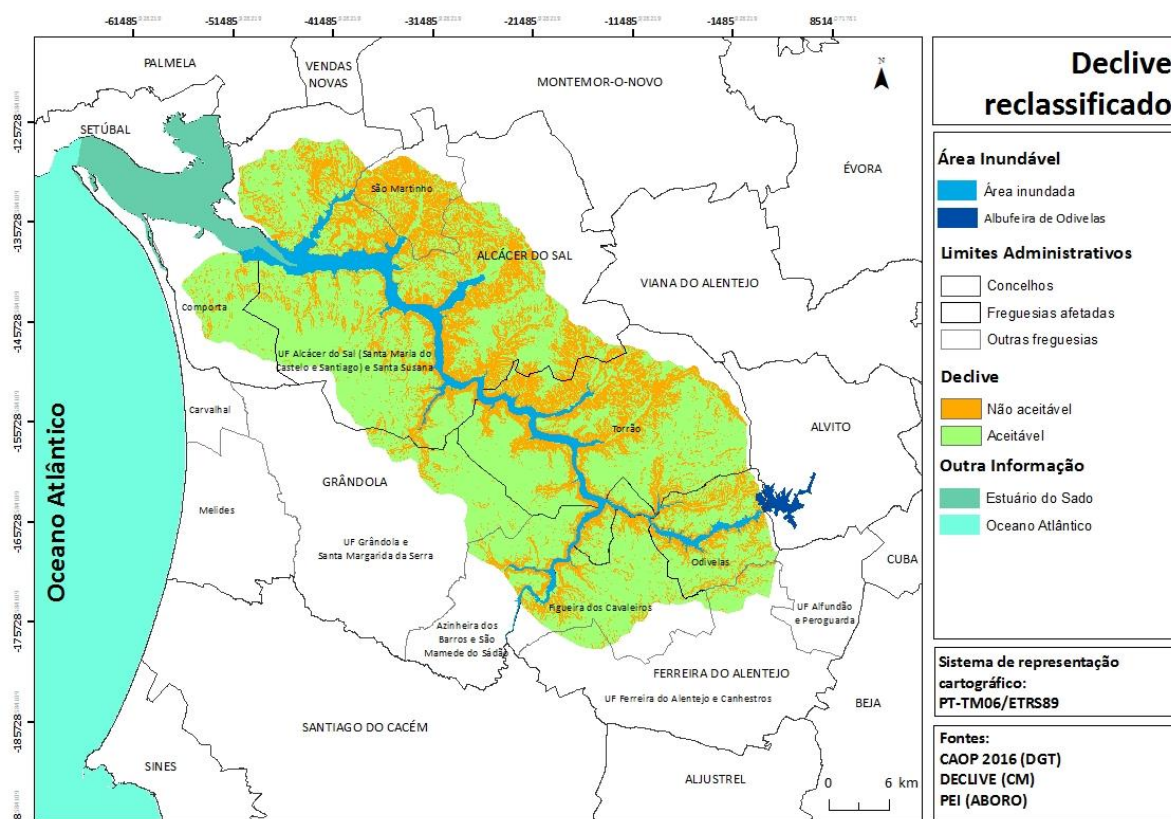
**Figura 11** - Distribuição espacial do declive (°) na área de estudo (atrito).

No que se reporta ao declive como componente de aptidão procedeu-se a uma reclassificação do ficheiro anterior relativo ao declive (Tabela 13), com base na média do declive (valor 2,5) e nos valores de declive do mapa anterior (0° a 35°), que serviram de patamar para a seleção de áreas menos inclinadas para a instalação das Zonas de Intervenção Operacional. Deste processo obteve-se um mapa de declive reclassificado que considera as áreas com valor 1 "aceitáveis" e com valor 0 "não aceitáveis" para a instalação das zonas (Figura 12).



**Tabela 13** - Valores de reclassificação do mapa de declive.

Classificação		
	Intervalo	Valor
Declive atrito	0-2,5	1
	2,5-35	0



**Figura 12** - Declive reclassificado da área de estudo (aptidão).

## Rede Viária

Tal como o declive, a rede viária tem uma influência crucial no presente trabalho, uma vez que os caminhos de acesso às diversas zonas deverão ser sempre considerados numa primeira abordagem.

Se a informação disponível relativa à rede viária surge em estrutura vetorial é necessário converter essa informação para matricial e posteriormente, efetuar-se a classificação desse mapa, importando efetuar a diferenciação entre a existência de rede viária (valor 0 de atrito, logo maior facilidade de deslocação) e as restantes áreas (valor 100 de atrito, logo maior dificuldade de deslocação), tal como se pode verificar na Tabela 14.

**Tabela 14** - Valores de reclassificação do mapa da rede viária.

	Classificação	
	Intervalo	Valor
Rede viária	1	0
	NoData	100

### Modelo de Atrito

No que se reporta ao modelo de atrito utilizou-se a Carta de Ocupação do Solo (COS) (nível 5) de 2007 e o declive, como referido anteriormente.

Por outro lado, existiu a necessidade de distinguir as diversas classes constituintes da Carta de Ocupação do Solo (COS) (nível 5) de 2007, numa escala de 1 a 100, onde estes valores representam a maior ou menor dificuldade associada à deslocação para as zonas de apoio, permitindo uma boa diferenciação dos níveis de dificuldade associados a cada classe da COS, 2007. Desta forma, o valor “1” corresponde ao valor de atrito mais baixo (menor dificuldade de deslocação) e o valor “100” corresponde ao valor de atrito mais alto (maior dificuldade de deslocação). Por outro lado, atribui-se a ponderação de “1 000 000” para as classes (tais como charcas, estufas e viveiros, etc.) que não permitem a deslocação (Anexo III – Tabela III.1)

Há que referir que os valores de atrito para a COS 2007 seguiram uma lógica de proporcionalidade entre as classes (ex.: se uma classe tem valor 10 e outra tem valor 40, isso significa que esta é 4 vezes mais difícil de atravessar do que a primeira).

### Conjugação de Fatores

De seguida, deverá conjugar-se o atrito da COS2007, o atrito referente ao declive e a rede viária através de uma análise multicritério que permitirá estruturar e conjugar 3 fatores: a ocupação do solo devida à existência de várias classes de ocupação que são impeditivas; o declive devido à inclinação do terreno e ao facto de as pessoas terem de se deslocar pelos seus próprios meios; e, a rede viária para que possa existir uma diferenciação entre a presença ou ausência da rede viária.

Neste processo, não foi feita distinção entre a importância de cada um dos fatores, pelo que lhes foram atribuídos ponderações iguais. Desta forma, no caso prático em estudo, os atritos irão funcionar de forma acumulada através da soma dos 3 mapas produzidos anteriormente.

$$\text{Somatório atrito} = \text{atrito COS\_ZCL} + \text{atrito declive} + \text{rede viária}$$

No que se refere à ocupação do solo e ao declive é possível fazer a diferenciação de classes ou de gamas de valores. Em relação à rede viária apenas se faz a diferenciação entre a existência e inexistência dessa rede.

Desta forma, no caso em que exista rede viária e que esta esteja ligada a manchas de aptidão (ou muito perto delas), a superfície de atrito acaba por “conduzir” as pessoas para essas manchas, pois soma-se o valor 0 de atrito enquanto se não existir rede viária apenas se soma o valor 100, logo a acumulação (assim como o custo de deslocação) será tendencialmente menor ao longo dos caminhos. O atrito obtido irá variar entre os valores 1 (valor mínimo) e 2 000 001 (valor máximo).

### **Modelo de Aptidão**

No que se refere ao modelo de aptidão, deverão ser atribuídas ponderações, numa escala de 0 a 100, à COS (2007), em que o valor “0” corresponde a baixa aptidão (neste caso, ausência de aptidão) de um determinado espaço para a localização de uma determinada Zona e o valor “100” corresponde a uma localização ideal (Anexo III - Tabela III.2). Adicionalmente, as ponderações atribuídas para a localização da Zona de Concentração e Apoio à População (ZCAP) e Zona de Concentração e Reserva (ZCR) são as mesmas, embora os fins a que se destinam sejam diferentes, pois os locais identificados apresentam características que servem para ambas as zonas; no entanto, um mesmo local não poderá servir simultaneamente para ZCAP e ZCR. Desta forma, importa perante uma determinada ocorrência verificar qual a melhor opção e fazer a seleção. Por outro lado, as ponderações atribuídas para a localização da Zona de Concentração Local (ZCL) e da Zona de Reunião de Mortos (ZRNm) são distintas entre si, pois a ZCL corresponde a um local que recebe as pessoas afetadas no imediato após uma possível rotura da barragem e a ZRNm destina-se a reunir as vítimas mortais, correspondendo assim a locais distintos.

Por outro lado, também é importante atribuir ponderações aos diversos elementos existentes nas proximidades da área afetada (alojamentos, escolas, equipamentos desportivos, equipamentos sociais, estaleiro, feiras e mercados, parques de estacionamento, parques de campismo, hangar, casas mortuárias, cemitérios e igrejas) e que se consideram mais aptos para a receção das Zonas.

As ponderações deverão ser atribuídas com base na dimensão e capacidade de um determinado espaço (espaço maior e com maior capacidade irá apresentar uma ponderação mais elevada); por exemplo, no caso dos equipamentos desportivos a ponderação atribuída a um estádio de futebol deverá ser superior à de um campo de futebol, pois o estádio de futebol apresenta infraestruturas associadas e uma capacidade superior. Adicionalmente, também se deverá ter em consideração o acesso à infraestrutura, bem como a cobertura da mesma, sendo atribuída uma ponderação mais elevada aos complexos desportivos cobertos face ao mesmo equipamento mas sem cobertura (Anexo III – Tabela III.3 a Tabela III.6).

As ponderações atribuídas serão efetuadas separadamente para cada uma das zonas, à exceção da ZCL e da ZCAP cujas ponderações atribuídas aos elementos são as mesmas. Pretende-se, sempre que possível, não deslocar a população presente na ZCL e o espaço funcionar com duas vertentes, a vertente de receção da população no imediato após a ocorrência do acidente grave numa determinada barragem e a vertente de alojamento mais prolongado (onde a população possa permanecer durante mais tempo até poder voltar para as suas habitações, se possível).

No que se refere às ZCR, deverão considerar-se os aspetos referidos anteriormente, devidamente adaptados às especificidades desta zona; no entanto, questões relativas ao acesso da instalação da zona são cruciais na sua tipificação, isto é, os espaços pequenos e com constrangimentos na entrada serão alvo de uma ponderação mais baixa, por exemplo.

Relativamente às ZRnM as ponderações mais elevadas deverão ser atribuídas aos locais preferenciais já definidos para a localização destas zonas (cemitérios, casas mortuárias, igrejas, etc.).

Por outro lado, deverá ter-se em atenção aos aspetos comuns ou parcialmente comuns existentes entre os diversos elementos utilizados e a COS, ou seja, atribuir-se ponderações semelhantes aos mesmos grupos de elementos. Desta forma, deverá tentar-se fazer um

paralelismo entre as ponderações atribuídas aos elementos construídos e as classes da COS (Anexo III - Tabela III.7):

- Elemento “*equipamentos desportivos*” e classe das “*outras instalações desportivas*”;
- Elemento “*equipamentos sociais*” e classe dos “*equipamentos públicos e privados*”;
- Elementos “*estaleiro*” e “*hangar*” e classe do “*aeródromo*”;
- Elemento “*feiras e mercados*” e classe do “*comércio*”;
- Elemento “*parques de estacionamento*” e classe dos “*parques e jardins*”;
- Elemento “*parques de campismo*” e classe dos “*parques de campismo*”;
- Elemento “*cemitérios*” e classe dos “*cemitérios*”.

Uma vez atribuídas as ponderações aos elementos que são utilizados para a localização de cada uma das zonas (ZCL, ZCAP, ZCR e ZRnM), todo o restante território considerado, sem a área inundável e onde esses elementos não estão presentes, deverá ter informação associada, pelo que às áreas com ausência de informação (“*NoData*”) deverá ser atribuído valor zero.

Através dos procedimentos anteriores resultam dois mapas de ponderação, um baseado nos elementos construídos provenientes da cartografia 10K (“*APT\_ELEM*”) e outro baseado nas classes de ocupação do solo da COS 2007 (“*APT\_COS*”). A existência de dois mapas de aptidão baseados em informação com diferentes proveniências e propriedades, implica a sua integração num único mapa de aptidão. Esta integração foi feita através duma operação condicional, tendo como critério preferencial a aptidão fornecida pelos elementos construídos, pois é aquela que se baseia em informação mais detalhada e fiável. A função condicional toma, em linguagem geral, a forma seguinte:

Mapa Aptidão = **SE** (“*APT\_ELEM*”  $\geq$  “*APT\_COS*”, **ENTÃO** “*APT\_ELEM*”, **SENÃO** “*APT\_COS*”)

A expressão anterior deverá ser adaptada, de acordo com a linguagem específica utilizada em cada SIG; no caso do *ArcMap* resulta na seguinte expressão em que “*COND*” representa a função condicional “*SE*” naquele *software*.

**APTIDÃO** = **COND** (“*APT\_ELEM*”  $>=$  “*APT\_COS*”, “*APT\_ELEM*”, “*APT\_COS*”)

O resultado da aplicação deste procedimento, para cada uma das Zonas, está representados nas Figuras 13 a 16.

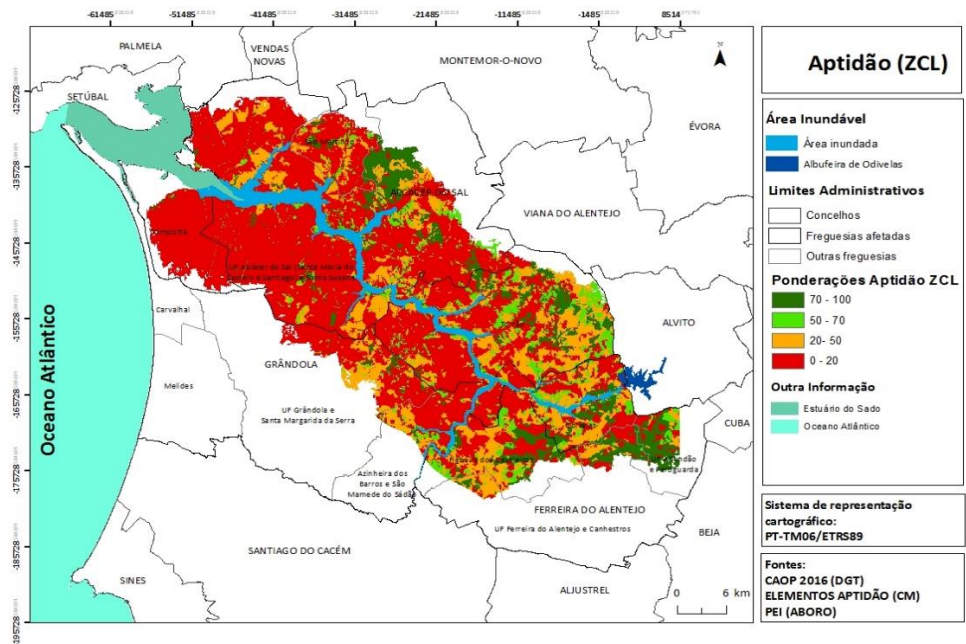


Figura 13 - Aptidão para identificação da ZCL, resultante da combinação das ponderações atribuídas aos elementos construídos e às classes da COS 2007.

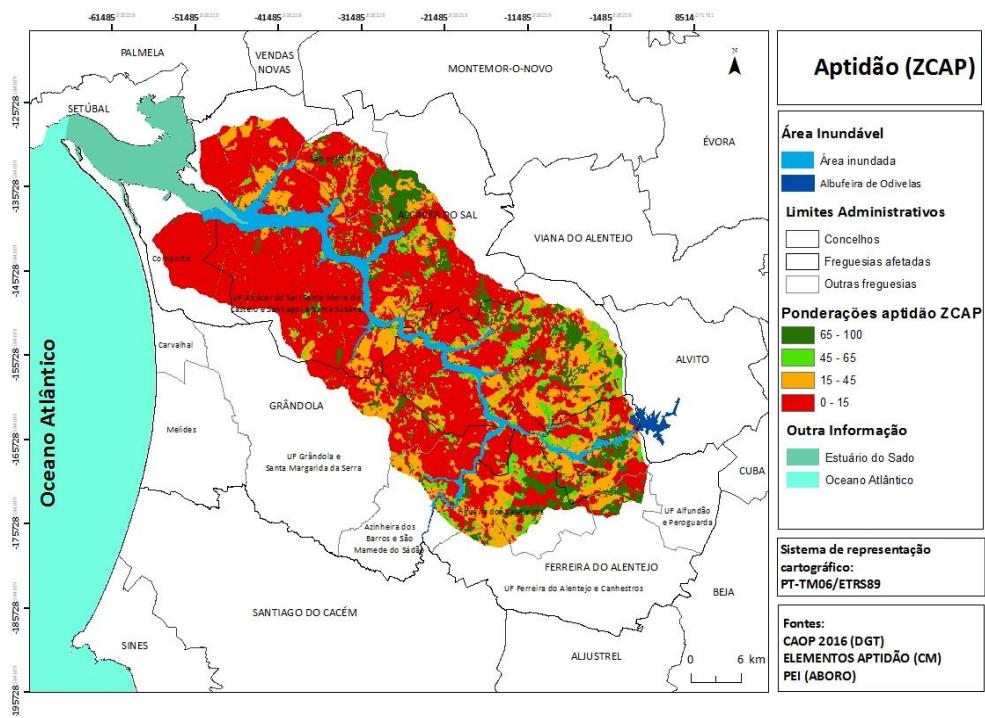


Figura 14 - Aptidão para identificação da ZCAP, resultante da combinação das ponderações atribuídas aos elementos construídos e às classes da COS 2007.



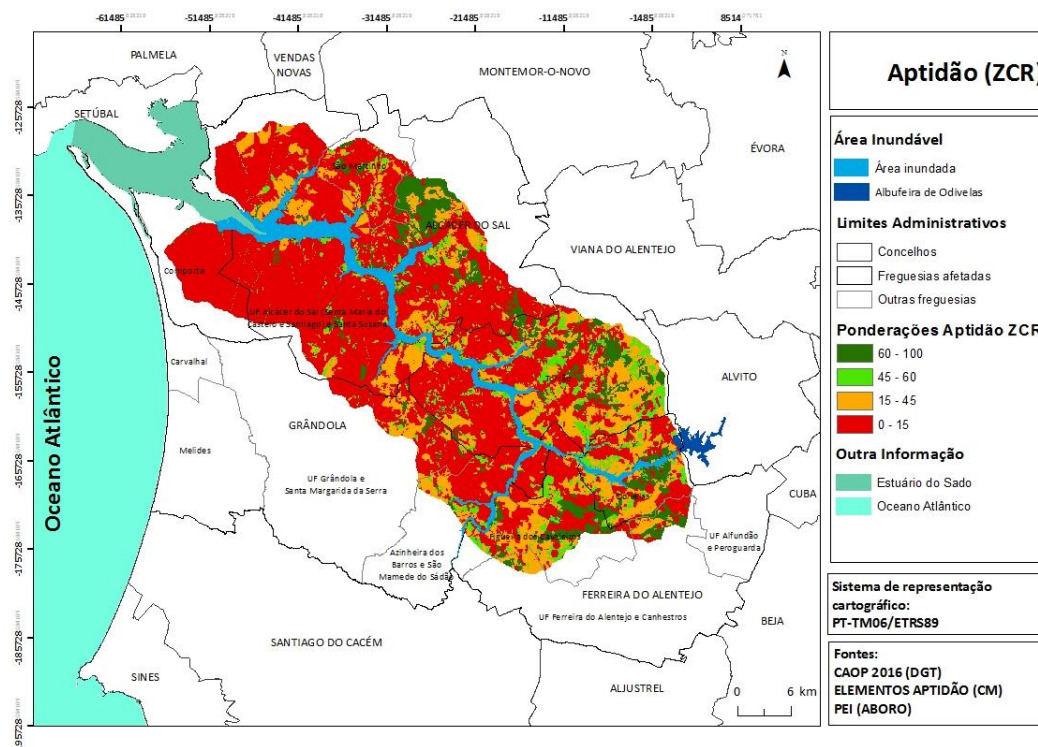


Figura 15 - Aptidão para identificação da ZCR, resultante da combinação das ponderações atribuídas aos elementos construídos e às classes da COS 2007.

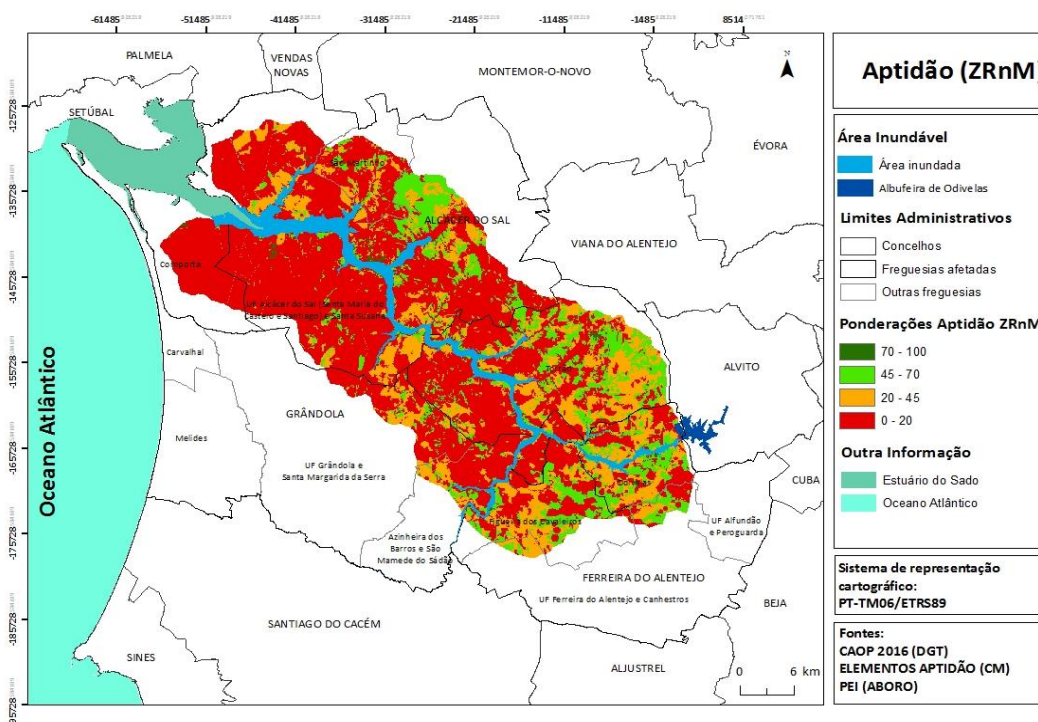


Figura 16 - Aptidão para identificação da ZRnM, resultante da combinação das ponderações atribuídas aos elementos construídos e às classes da COS 2007.

Como forma de dar seguimento ao processo da identificação das diversas Zonas de Intervenção Operacional deverá elaborar-se um mapa de aptidão inicial, que terá por base os mapas das ponderações, bem como o mapa de declive. Uma vez que se pretende que os locais para a instalação das zonas apresente uma aptidão elevada, através de mapas de aptidão classificados (*booleanos*) pretende-se aferir quais os locais mais aptos para a localização destas zonas (manchas de aptidão). Seleccionados os locais mais aptos importa atribuir um identificador às célula que partilhem limites, de forma a se saber qual a área que ocupa cada mancha, bem como outras características da mesma.

Uma vez que se tratam de zonas distintas e que se destinam a fins completamente diferentes, existem determinados procedimentos que são característicos de cada uma das zonas isoladamente.

Assim, para a identificação da ZCL foi necessário recorrer à densidade populacional de forma a conhecer-se a densidade de habitantes que residem na área afetada e que deverão deslocar-se para cada mancha de aptidão. É importante também para a seleção destes locais ter-se a perceção dos residentes que se encontram associados a cada mancha (através do cálculo da densidade média de residentes). Adicionalmente, o cálculo da distância-custo média e mínima permite aferir qual a dificuldade que os residentes mais próximos e mais afastados podem sentir para chegar à mancha de aptidão (ZCL).

Por outro lado, para a identificação das ZCAP e ZCR foi necessário calcular uma distância-tempo, de forma a conhecer-se distância e o tempo a determinados elementos construídos (serviços).

Por fim, todas as manchas de aptidão que realmente interessam e que apresentam acessibilidade deverão ser seleccionadas e funcionar como Zonas de Intervenção Operacional.

Na Tabela 15 é efetuado um resumo dos procedimentos a adotar para a identificação das zonas e nos subcapítulos seguintes é efetuada uma explicação mais pormenorizada desses procedimentos.



**Tabela 15** – Resumo dos procedimentos a adotar para a identificação das Zonas de Intervenção Operacional.

	ZCL	ZCAP	ZCR	ZRnM
Mapas de aptidão inicial	Sim	Sim	Sim	Sim
Mapas de aptidão classificados ( <i>booleanos</i> )	Sim	Sim	Sim	Sim
Mapas de aptidão com identificação de manchas	Sim	Sim	Sim	Sim
Densidade populacional	Sim	Não	Não	Não
Densidade média de residentes por manchas	Sim	Não	Não	Não
Distâncias-custo média e mínima	Sim	Não	Não	Não
Distância-tempo	Não	Sim	Sim	Não
Seleção de manchas de aptidão	Sim	Sim	Sim	Sim

**Nota:** Sim (procedimento adotado); Não (procedimento não adotado).

#### 4.2.1. Zonas de Concentração Local (ZCL)

Como referido anteriormente, no vale a jusante da barragem é essencial encontrarem-se identificadas ZCL, que se destinam a locais temporários para onde a população se deverá dirigir de imediato após o sinal de aviso e permanecer em segurança perante um possível acidente grave ocorrido na barragem.

Para a sua definição é necessário conjugar uma série de fatores e efetuar uma série de procedimentos de forma a obter a sua identificação.

De seguida procede-se à explicação dos diversos passos que deverão ser considerados para a identificação desta zona de forma mais pormenorizada.

##### Mapa de aptidão inicial

Para a identificação de áreas aptas deverá efetuar-se uma multiplicação do mapa que resultou da integração do mapa das ponderações dos elementos construídos com o mapa das ponderações da COS (referente à ZCL), através do seu valor máximo, com o mapa de declive reclassificado, dando origem a um mapa de aptidão com as possíveis áreas aptas para a localização da ZCL.

**Mapa aptidão ZCL = Mapa APTIDÃO x declive reclassificado**

Obviamente, as áreas de aptidão não deverão estar incluídas na área potencialmente inundável pela rotura da barragem. Deste modo, ao mapa de aptidão anterior deverá ser subtraída esta área, a qual deverá passar a conter o valor “NoData”. Desta forma, ao Mapa aptidão ZCL foi eliminada a área inundável através de um mapa *booleano*, em que a área inundável tem valor “NoData” e o restante território tem valor 1.

**Mapas de aptidão classificados (*booleanos*)**

O mapa de aptidão ZCL resultante do processo anterior, sem a área inundável, apresenta valores de 0 a 100 que correspondem a manchas de aptidão consoante as ponderações que foram atribuídas anteriormente, isto é, os locais que apresentam maior aptidão (manchas com valores próximos de 100) e menor aptidão (manchas com valores próximos de 0).

Uma vez que se pretende que os locais para a instalação das ZCL correspondam a um maior valor de aptidão deverão selecionar-se e extrair-se do mapa as classes com maior valor. Para o caso prático em estudo foram selecionados os valores de 100 a 45. Embora os valores com as ponderações abaixo de 50 não correspondam a áreas ótimas, optou-se por efetuar a sua seleção com base na proximidade à área afetada, uma vez que um dos principais fatores que define a ZCL é a deslocação da população com os seus próprios meios para um local seguro e afastado da área inundável. Além disso, pretende-se garantir que as áreas identificadas possuam dimensão suficiente para alojar o número de pessoas necessário, o que poderá não acontecer se forem utilizadas apenas gamas de valores muito elevadas. Obviamente, os valores de aptidão mais baixos apenas serão selecionados, se as exigências de dimensão e proximidade não forem cumpridas com os valores de aptidão mais elevados.

A extração de cada gama de valores referentes à aptidão é efetuada com base numa seleção no mapa de aptidão ZCL. Assim, para cada limite inferior de valores (80, 75, 70, 65, 60, 55 e 45) efetuou-se uma reclassificação, obtendo-se assim o respetivo mapa de aptidão; a Tabela 16 mostra o exemplo para o limiar 80, que corresponde à criação de um mapa booleano com a gama de valores 100-80.

**Tabela 16** - Procedimentos de classificação do mapa de aptidão ZCL para a gama 100-80.

	Classificação		
	Intervalo	Passo 1	Passo 2
<b>Mapa de aptidão ZCL</b>	0-80	0	<i>NoData</i>
	80-100	1	1

Após os passos anteriores obtém-se um mapa com as áreas aptas dentro da gama de valores 100-80; o procedimento deverá ser aplicado às restantes gamas de valores, ou seja, valores 100-75, 100-70, 100-65, 100-55, 100-50 e 100-45.

### Mapas de aptidão com identificação de manchas

Obtidos os mapas de aptidão para cada gama de valores separadamente é importante atribuir um identificador a cada grupo de células que partilhem limites. Essa operação é efetuada, no *ArcGIS*, através da ferramenta “*Region Group*” para os oito conjuntos de manchas de aptidão obtidos anteriormente. A matriz que resulta deste processo tem, para cada mancha (com identificador único), a contagem do número de células, que ao ser multiplicada pela área de cada célula (400 m<sup>2</sup>) permite a obtenção da respetiva área de cada mancha. Para além do cálculo da área, o resultado deste processo permite conhecer a forma das manchas, as características de qualquer parâmetro dessas manchas, assim como a sua distância em relação à população-alvo.

### Densidade Populacional

Importa agora efetuar o cálculo da densidade de habitantes assente na estimativa de residentes, constante no capítulo 4.1. Esta operação permite verificar qual a densidade de população residente na área afetada e que deverá deslocar-se para uma possível ZCL. Assim, deverá proceder-se ao cálculo da densidade da população, utilizando o tema pontual referente à população sendo a densidade calculada com base nos valores presentes no atributo da respetiva tabela que contém a estimativa de residentes. A densidade calculada em cada célula (resolução de 20 m) foi baseada nos valores dos pontos presentes numa área definida por um raio de 200 m; as unidades consideradas não têm relevância para os

resultados, uma vez que os valores são sempre relativos, isto é, apenas é possível ter a percepção de quais os locais com maior densidade populacional. Este processo irá permitir efetuar o próximo cálculo, isto é, a densidade média de residentes por mancha.

### **Densidade média de Residentes por mancha**

Uma vez calculada a densidade da população, importa cruzar esse resultado com as manchas de aptidão obtidas anteriormente permitindo ter a percepção do potencial de residentes que se encontra associado a cada mancha. Assim, através desse cruzamento resultará o tema da densidade média de residentes por mancha, ou seja, do número de residentes afetados que poderão beneficiar de cada mancha apta para a localização da ZCL em caso de um acidente grave na barragem.

### **Distâncias-custo média e mínima**

O cálculo da distância-custo anterior permitirá que seja efetuado também o cálculo da distância-custo média por mancha de aptidão, sendo possível através desse cálculo quantificar o “*grau de dificuldade*” médio necessário para os residentes mais próximos conseguirem chegar ao centro de cada mancha de aptidão. Esse cálculo deverá ser efetuado para a totalidade do conjunto de manchas de aptidão mencionado acima, isto é, para os mapas de aptidão das gamas 100-80, 100-75, 100-70, 100-65, 100-60, 100-55, 100-50 e 100-45. A ferramenta “*Zonal Statistics*” do ArcGIS (ou outra similar) permite obter a distância-custo média, com base nos valores de distância-custo das células que coincidem com cada mancha de aptidão.

Adicionalmente, com base nos mesmos procedimentos, obteve-se também a distância-custo mínima por mancha de aptidão, que permite quantificar o “*grau de dificuldade*” mínima necessária para que os residentes mais afastados consigam chegar ao local mais próximo de cada mancha de aptidão. Este resultado complementa a distância-custo média, uma vez que formas alongadas e perpendiculares à área inundável podem ter valores elevados de distância-custo, mas apenas ser necessário uma subárea mais próxima, a qual é facilmente acessível aos residentes.

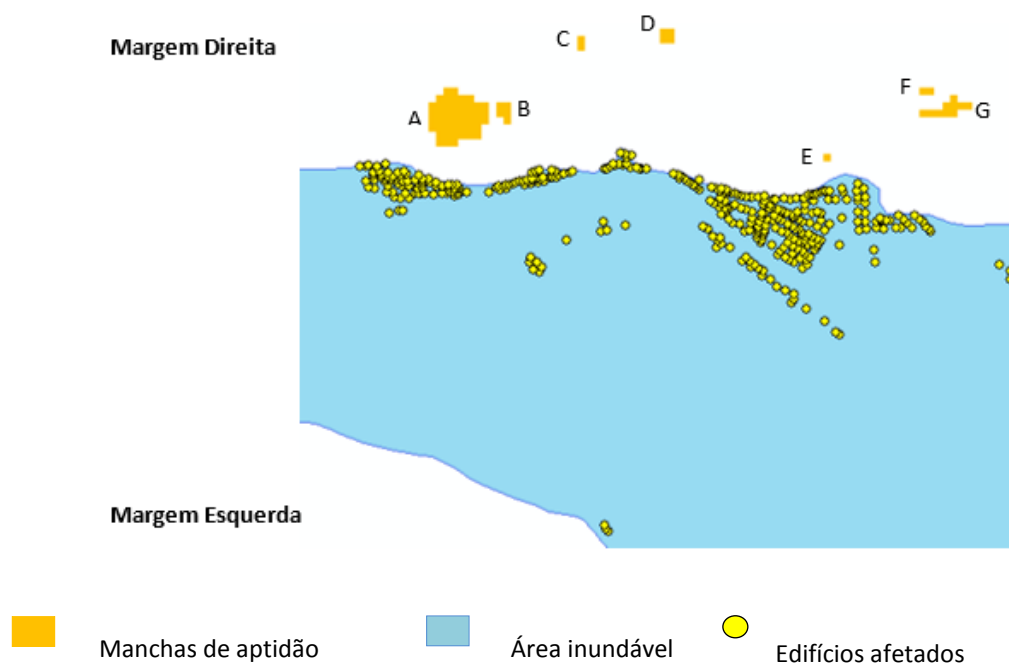
### **Seleção das manchas de aptidão**

A partir dos passos explicados anteriormente é possível verificar quais os melhores locais para a localização das ZCL. Desta forma, tal como referido no passo relativo à “*densidade populacional*”, as manchas de aptidão ideais corresponderiam àquelas em que a população teria que se deslocar cerca de 200 m; no entanto, essa distância euclidiana nem sempre poderá ser cumprida, uma vez que as manchas de aptidão com menor valor de distância-custo situam-se a distâncias maiores. Assim, através do cálculo das distâncias-custo deverá estabelecer-se um limite aceitável que possa ser considerado para as pessoas se deslocarem, isto é, deverá ser identificado um valor de distância-custo que possa servir de referência e que exclua algumas das manchas de aptidão obtidas anteriormente.

Contudo, embora o critério acima já exclua a maior parte das manchas para um determinado nível de aptidão, verifica-se que não é suficiente, pelo que o processo apenas se deve centrar nas manchas que coincidem (mesmo que apenas parcialmente) com as áreas definidas com distância-custo abaixo do limiar definido anteriormente.

Desta forma, através dos cálculos anteriores relativos à distância-custo (média e mínima) e da densidade de residentes média é possível escolher as manchas de aptidão que melhor se adaptam à população residente naquele local. Este procedimento é baseado numa abordagem mista, visual e semiautomática, permitindo manter um maior controlo sobre os resultados.

Para uma melhor perceção apresenta-se, na Figura 17, a exemplificação de um caso prático com os procedimentos a adotar.



**Figura 17** - Exemplo da seleção de manchas de aptidão para a ZCL.

Assim:

- É possível observar-se sete manchas (A a G) que correspondem às áreas de aptidão na gama de valores 80-100, no entanto, para a seleção destas manchas deverão cumprir-se os requisitos de apresentar uma área maior e uma melhor relação densidade populacional/distância-custo, ou seja, deverão selecionar-se as manchas que apresentem maiores densidades populacionais relativas, menores distância-custo e maior dimensão. Neste caso, as manchas a selecionar seriam a A e a G;
- A população localizada na Margem Esquerda do rio terá que esperar por uma nova iteração, para as áreas de aptidão nas gamas de valores que vêm a seguir: 75-100, 70-100, 65-100, 60-100, 55-100, 50-100 e 45-100, para ver se existe alguma mancha que cumpra o requisito referido anteriormente;
- No que se refere ao resultado para a Margem Direita do rio, este pode ainda sofrer alterações, no caso das iterações seguintes (gamas de valores 75-100, 70-100, 65-100, 60-100, 55-100, 50-100 e 45-100), isto é, as manchas de aptidão podem ficar maiores e mais próximas das habitações. Desta forma, pode-se considerar (ou não) que essa ligeira diminuição de aptidão é claramente compensada pelo aumento da densidade de

residentes e pela diminuição das distâncias-custo (neste caso, utiliza-se as novas manchas em detrimento da escolhida anteriormente).

Para além dos procedimentos indicados antes, importa ir assinalando as habitações que já apresentam manchas associadas e as manchas que já foram selecionadas. Assim, através da tabela de atributos é possível assinalar essas habitações, introduzindo atributos específicos, no ficheiro relativo à população e inseridos valores que tenham ligação à mancha (tema que apresenta identificadores únicos para cada conjunto de células adjacentes, que representam as áreas aptas. A partir dessa operação foi gerado um tema em estrutura vetorial, a partir do anterior (manchas), sendo depois possível atualizar a tabela de atributos. Desta forma, deverão ser inseridos: um atributo que identifica a mancha (identificador de cada mancha de células) (ex.: “*Mancha\_ID*”); e outro que identifica o nível de aptidão (ex.: “*Mancha\_apt*”) a que corresponde a mancha (Figura 18). De seguida, deverão ser selecionados os pontos que já estão “selecionados” e atribuir-lhe valores diretamente com base no “*Field Calculator*”: neste caso específico (Figura 18), o valor de “*Mancha\_ID*” é 152 (que identifica a mancha para a gama de valor 80-100) e o valor de “*Mancha\_apt*” é 80 (que corresponde à gama de aptidão da mancha). No que se refere aos restantes pontos ficam, nesta 1ª iteração, com valor 0 para os dois atributos, sendo preenchidos à medida que se forem realizando as outras iterações para limiares de aptidão mais baixos.

The figure consists of two side-by-side screenshots of the QGIS attribute table for a layer named 'censos\_1dez2017\_texto'. The table has columns: 'E res hab', 'Endo af', 'Faltos f af', 'Faltos c af', 'Mancha ID', 'Mancha apt', and 'Localidade'. The 'Localidade' column lists various locations like 'Ferreira do Alentejo (Figueira Cavaleiros)', 'Santa Margarida', and 'Grandola (Açinhreira Barros S. Mamede Sadao)'. The 'Mancha ID' and 'Mancha apt' columns are populated with numerical values. In the left screenshot, an 'Add Field' dialog box is open, showing the configuration for a new field named 'Mancha\_ID' of type 'Short Integer' with a precision of 0. The right screenshot shows the table after the field has been added and some rows have been populated with values like 152 for 'Mancha ID' and 80 for 'Mancha apt'.

Figura 18 - Exemplo do preenchimento da tabela de atributos do tema relativo à população.

A atribuição de valores a estes atributos vai permitindo também, de forma visual, fazer a distinção entre as habitações que já estão associadas a uma mancha e aquelas que ainda não têm ZCL associada.

Posteriormente, em cada tabela associada a cada nível de aptidão, isto é, em cada iteração para cada gama de valores de aptidão importa ir anotado qual o “ID” associado a cada mancha utilizada para cada gama de valores.

Uma vez distribuídas todas as habitações pelas manchas de aptidão, deverão extrair-se os “ID” associados a cada mancha utilizada, através da sua seleção na tabela de atributos e posteriormente a criação de um novo tema com essa informação. Uma vez exportadas todas as manchas utilizadas, deverão juntar-se as diversas gamas de valores, obtendo-se assim um mapa com a identificação das ZCL.

Por outro lado, através da informação da COS (2007), dos elementos de aptidão e dos acessos utilizadas no início do processo, deverá verificar-se se todas as ZCL escolhidas são as mais adequadas, isto é, se são em número suficiente ou em demasia e se apresentam acessibilidades, pois o número de ZCL não deverá ser reduzido ou em excesso. Deverá sempre tentar-se que a identificação de uma ZCL consiga dar resposta a dois ou mais aglomerados populacionais diferentes mas não longínquos, de forma a não serem identificadas zonas em demasia. Por outro lado, estas zonas deverão ter acesso à rede viária, uma vez que as viaturas de socorro deverão aproximar-se desses locais para socorrer as pessoas que lá se encontram. Uma vez garantidas todas estas condições proceder-se-á à identificação dos locais selecionados através da criação de um novo atributo na tabela de atributos destinado à “*identificação do local*”. Deverá sempre optar-se, caso seja possível e as áreas sejam coincidentes, pelas áreas correspondentes aos elementos construídos (escolas, parques de campismo, campos de futebol, entre outros) (Figura 19).

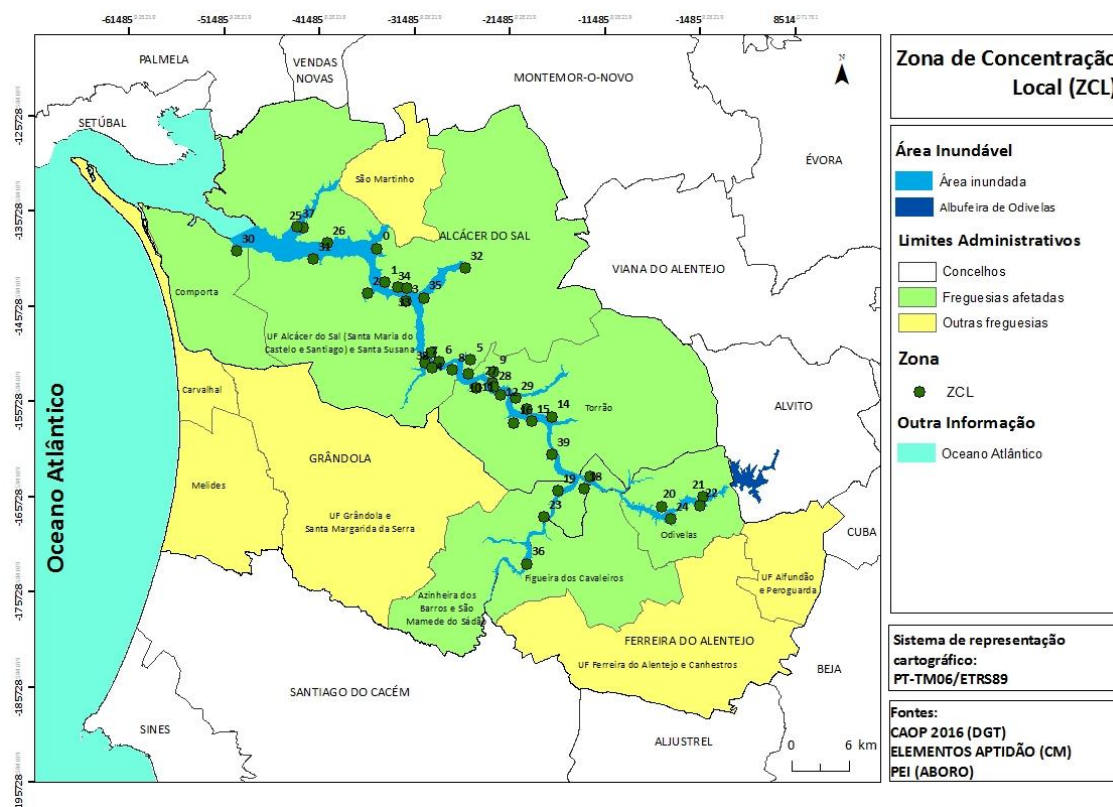
Por fim, sentiu-se necessidade de saber qual a capacidade em termos humanos dos espaços selecionados para a localização das ZCL. Uma vez que essa informação não é fácil de aferir, e após consulta bibliográfica, optou-se com base em documentação da *UNHCR Emergency Handbook*<sup>11</sup> por utilizar-se o indicador de “*29 m<sup>2</sup>/pessoa*”. Assim, através da área ocupada por

---

<sup>11</sup> Fonte: <https://emergency.unhcr.org/entry/45582/camp-planning-standards-planned-settlements> (acedido em 30.11.2017)



uma determinada ZCL consegue-se saber qual a capacidade em termos humanos desse espaço (Tabela 17).



**Figura 19 - Localização das Zonas de Concentração Local (ZCL).**

**Tabela 17 - Localização, área ocupada e capacidade máxima humana da ZCL.**

ID	Localização	Área (m²)	Capacidade máxima (humana)	Margem rio
0	Vegetação herbácea natural próximo de Vale da Gran	3343	115	MD
1	Pastagens permanentes Alcácer do Sal	100220	3456	MD
2	Pastagens permanentes próximo Moinho da Ordem/SAMATE	10307	355	ME
3	Pastagens permanentes entre Lezíria/Forno Cal	4824	166	ME
4	Pastagens permanentes próximo do Sapalinho	1188	41	MD
5	Pastagens permanentes próximo do Porto Novo	16222	559	MD
6	Pastagens permanentes próximo de Arouca	8601	297	MD
7	Pastagens permanentes próximo de Arez	5169	178	ME
8	Pastagens permanentes próximo de Porches	46682	1610	ME
9	Pastagens permanentes próximo do Monte de Porto Rei	8680	299	MD
10	Pastagens permanentes próximo de Crujeira	8892	307	MD
11	Pastagens permanentes próximo de Redarcos	7077	244	ME
12	Pastagens permanentes junto a Benegazil	13541	467	ME
13	Pastagens permanentes junto a Porto Carro	16551	571	MD
14	Pastagens permanentes junto Quinta D. Rodrigo	5679	196	MD
15	Pastagens permanentes junto a São Romão do Sado	6106	211	ME
16	Pastagens permanentes junto ao Monte de Vale Lachique	8096	279	ME
17	Pastagens permanentes próximo da Herdade do Pinheiro	10833	374	MD

ID	Localização	Área (m²)	Capacidade máxima (humana)	Margem rio
18	Pastagens permanentes entre Santo Tirso/Pintos	29621	1021	ME
19	Pastagens permanentes lado oposto a Pintos	9865	340	MD
20	Pastagens permanentes próximo de Caneiras do Roxo	3887	134	MD
21	Culturas temporárias de sequeiro junto ao Monte Almas	826	28	MD
22	EB1 Odivelas	1350	47	ME
23	Culturas temporárias de sequeiro próximo da Parreirinha	12038	415	MD
24	Culturas temporário sequeiro próximo de Vale Barroso	91422	3152	ME
25	Instalações agrícolas junto Quinta Ouvidor	22498	776	MD
26	Instalações agrícolas junto Monte da Fazenda	12696	438	MD
27	Instalações agrícolas junto Monte Casa Branca	2881	99	MD
28	Instalações agrícolas junto Monte das Parchanas	8188	282	MD
29	Instalações agrícolas junto Monte Herdade Frades	9312	321	MD
30	Matos pouco densos junto Murta	63688	2196	ME
31	Polidesportivo Municipal de Montevil	15381	530	ME
32	Campo futebol Santa Catarina	6131	211	ME
33	Pousada de Alcácer do Sal, Dom Afonso II	18402	635	MD
34	EB1 Alcácer do Sal	274	9	MD
35	Campo futebol Barrosinha	2809	97	MD
36	Polidesportivo de Santa Margarida do Sado	1350	47	ME
37	Tecido urbano junto Monte Novo Palma	13972	482	MD
38	Tecido urbano em Vale Guiso enfrente EN382	3749	129	ME
39	Jl Centro Social Rio de Moinhos	19346	667	ME

Nota: MD (Margem Direita); ME (Margem Esquerda).

#### 4.2.2. Zonas de Concentração e Apoio à População (ZCAP)

As Zonas de Concentração e Apoio à População (ZCAP) consistem em locais de alojamento temporário, onde a população evacuada ou desalojada permanecerá até ao término da ocorrência e até ser possível regressar às suas habitações.

Para a sua identificação os procedimentos adotados para a ZCL poderão também ser adotados para a ZCAP. Em primeiro lugar deverá dar-se prioridade às áreas amplas definidas para a ZCL e que possam funcionar simultaneamente como ZCL e ZCAP.

Assim para a identificação destas zonas, tal como na ZCL é necessário conjugar uma série de fatores e efetuar uma série de procedimentos, alguns deles já efetuados anteriormente, e que são descritos de seguida.

### Mapa de aptidão inicial

Para a identificação de áreas aptas deverá efetuar-se uma multiplicação do mapa que resultou da integração do mapa das ponderações dos elementos construídos com o mapa das ponderações da COS (referente à ZCAP), através do seu valor máximo, com o mapa de declive reclassificado, dando origem a um mapa de aptidão com as possíveis áreas aptas para a localização da ZCAP.

$$\text{Mapa aptidão ZCAP} = \text{Mapa APTIDÃO} \times \text{declive reclassificado}$$

À semelhança, do indicado nos procedimentos para a identificação da ZCL, também para a identificação da ZCAP não deverá estar incluída a área potencialmente inundável nas áreas de aptidão. Desta forma, efetua-se o mesmo procedimento aplicado para a ZCL.

### Mapas de aptidão classificados (*booleanos*)

O mapa de aptidão ZCAP resultante do processo anterior, sem a área inundável, apresenta valores de 0 a 100 que correspondem a manchas de aptidão consoante as ponderações que foram atribuídas anteriormente (processo idêntico ao definido para a ZCL).

Desta forma, para o caso prático em estudo foram selecionados os valores de 100 a 45, sendo necessário efetuar reclassificações tal como aconteceu anteriormente na ZCL, adotando-se os mesmos procedimentos para as diversas gamas de valores (80, 75, 70, 65, 60, 55, 50 e 45).

Tal como acontece na ZCL, na presente zona também se pretende garantir que as áreas identificadas tenham o tamanho suficiente para alojar o número de pessoas necessário, podendo as gamas de valores mais elevadas não responder de imediato a esse requisito, sendo preciso requerer a gamas de valores mais baixas.

### Mapas de aptidão com identificação de manchas

Através dos mapas de aptidão para cada gama de valores separadamente obtidos deverá atribuir-se um identificador a cada grupo de células, tal como efetuado na identificação da

ZCL. Esta operação é efetuada, para os oito conjuntos de manchas de aptidão obtidos anteriormente e permite obter a área, a forma e as características de cada mancha.

### **Distância-Tempo**

A rede viária é essencial na definição das ZCAP, pois permite conhecer a acessibilidade às diversas áreas. Por este motivo, é necessário, numa fase prévia, calcular o tempo de percurso para cada um dos diversos troços da rede viária; na prática, pretende-se conhecer o tempo necessário para atravessar cada célula (20 m), de acordo com as características da via. Como simplificação adotou-se nos cálculos apenas atravessamentos perpendiculares das células, embora possam ocorrer distâncias oblíquas ligeiramente superiores. Desta forma, na tabela de atributos do tema rede viária, em estrutura vetorial, deverão criar-se 3 colunas: uma para a velocidade máxima na via ( $V$ ), em km/h; outra, para o tempo, em segundos ( $T_{(s)}$ ), de travessia de uma célula de 20 m, de acordo com a expressão  $T_{(s)} = 20 \times 3600 / V$ ; e uma última para o tempo em segundos, multiplicado por 100 ( $T_{(s)} \times 100$ ), para obtenção do atributo com valores inteiros. De seguida, o tema é convertido para estrutura matricial, utilizando a última coluna como valor de referência.

Ao efetuar-se o passo anterior verifica-se que os valores do mapa variam de 60 (0,60 s) a 1440 (1,4 s), no caso prático utilizado. A partir daqui pode-se trabalhar sempre com estes valores inteiros, incluindo os resultados finais, pois a relação proporcional entre eles mantém-se.

Aos resultados anteriores deve ser retirada a área inundável, através da sua multiplicação pelo Mapa da área não inundável calculado em passos anteriores, considerando-se que todas as vias nestas condições podem ficar intransitáveis. Todavia, esta simplificação está associada à escala da informação utilizada no trabalho; assim, levantamentos de campo de pormenor podem levar à identificação de situações diferenciadas, em que algumas pontes poderão estar acima do limite de inundação e, por isso, as respetivas vias deverão ser mantidas na rede final.

O mapa anterior tem como objetivo a obtenção de distâncias-tempo relativas, através da acumulação do tempo (valores das células) ao longo da matriz, entre vários elementos. No presente procedimento apenas serão considerados os elementos que sejam intercetados pela rede viária; no entanto, é importante definir as ZCAP tendo como referência a distância a

determinados elementos construídos (serviços), tais como farmácias, hipermercados e restaurantes. Contudo, estes elementos, apesar de estarem bastante próximos, podem não interceder a rede viária. Assim, foi criada uma faixa de distância (*buffer*) em redor dos elementos que se pretende utilizar (farmácias, hipermercados e restaurantes, neste exemplo), de forma a permitir essa interceção; utilizou-se um valor, arbitrário, de 40 m, que corresponde à dimensão de 2 células, considerado facilmente superável.

Uma vez calculadas as faixas de distância de 40 m para cada um dos elementos referidos (3 temas), importa calcular as distâncias-tempo (em segundos x 100) ao longo da rede viária para cada um desses elementos separadamente com base no mapa da rede viária calculado num dos passos anteriores. Este procedimento poderá ser efetuado através da ferramenta "*Cost Distance*" do *ArcGIS*, em que cada um dos temas de elementos com faixas de distâncias é utilizado como dados de partida ("*source data*") e o mapa da rede viária sem a área inundável como superfície de custo ("*input cost raster*").

Os resultados dos três processos anteriores (Mapa distancia-tempo farmácias, Mapa distancia-tempo hipermercados e Mapa distancia-tempo restaurantes) fornecem valores entre "0" segundos (células que coincidem com os elementos) e vários milhões de segundos acumulados.

Depois de efetuados os passos anteriores, fica apenas a faltar o cruzamento com o mapa que resultou das manchas de aptidão com identificação de manchas, para obter as distâncias-tempo mínimas para cada um dos 3 temas. Este cruzamento permite obter uma distância-custo mínima, com base nos valores de distância-custo das células que coincidem com cada mancha de aptidão. Deste processo deverão resultar 3 mapas para a gama de aptidão dos 80-100 correspondentes a cada um dos temas (farmácias, hipermercados e restaurantes). Para as restantes gamas de aptidão (100-75, 100-70, 100-65, 100-60, 100-55, 100-50, 100-45) também deverão resultar sempre 3 mapas.

### **Seleção das manchas de aptidão**

Através do cálculo das distâncias-tempo mínimas é possível escolher as manchas de aptidão que poderão funcionar como ZCAP. Assim, deverão ser analisados os valores das distâncias-tempo obtidos e selecionar-se sempre a menor distância, bem como a melhor acessibilidade e

uma possível sobreposição com as ZCL anteriormente definidas, para que não seja necessário movimentar a população.

À semelhança do procedimento adotado para a seleção da ZCL, o processo para a seleção da ZCAP é baseado numa abordagem mista, visual e semiautomática.

Após verificação das manchas de aptidão que melhor se adequam, importa converter os ficheiros das manchas de aptidão que se encontram em formato matricial para formato vetorial, possibilitando assim na tabela de atributos associada a cada nível de aptidão (para cada gama de valores de aptidão) anotar-se qual o “ID” associado.

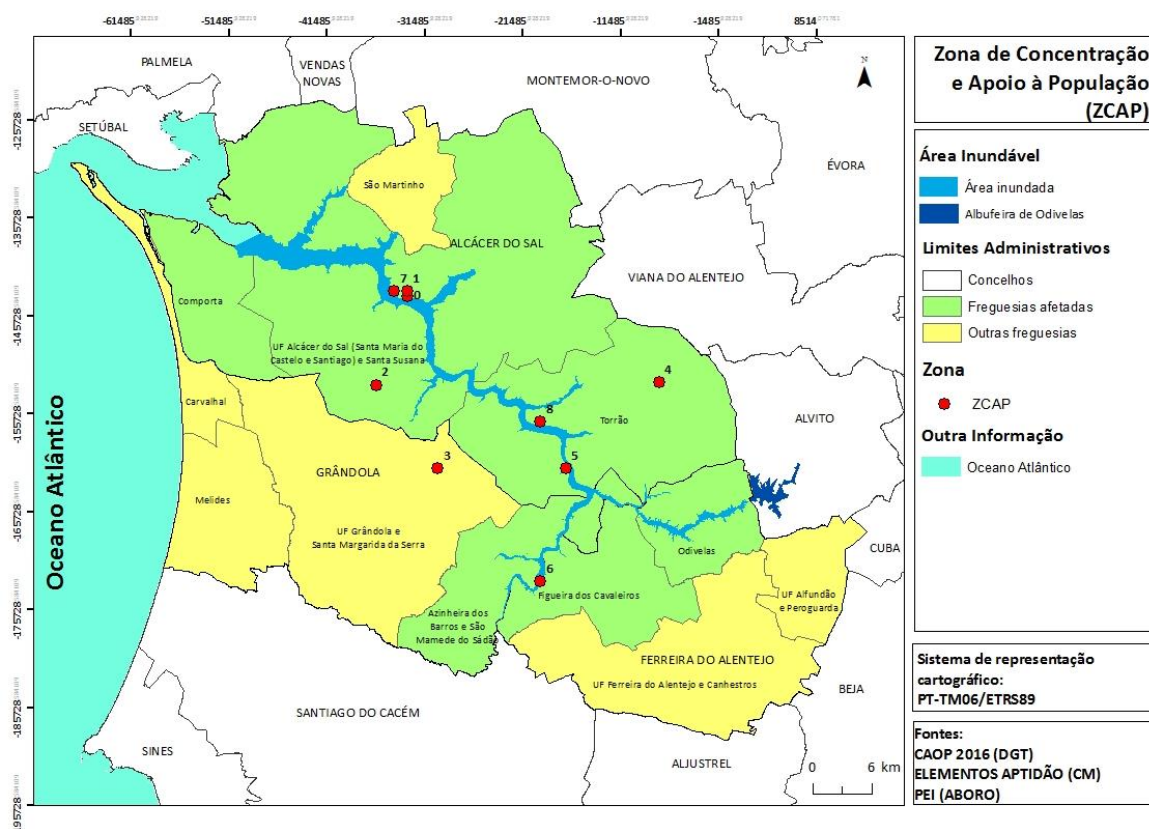
Posteriormente, deverão extrair-se os “ID” associados a cada mancha utilizada, através da sua seleção na tabela de atributos e posteriormente criar um novo tema com essa informação. Uma vez exportadas todas as manchas utilizadas, deverão juntar-se as diversas gamas de valores utilizadas, obtendo-se assim um mapa com a identificação das ZCAP.

Por fim, através da informação da COS (2007), dos elementos de aptidão e dos acessos rodoviários utilizadas no início do processo deverá verificar-se se todas as ZCAP escolhidas são as mais adequadas e se coincidem com as ZCL definidas anteriormente, pois pretende-se sempre que possível não deslocar a população para locais distintos, isto é, a ZCL e a ZCAP deverão ter a mesma localização, correspondendo esse um dos principais critérios para a definição da localização das ZCAP.

Uma vez definida qual a melhor localização para a ZCAP proceder-se-á à identificação dos locais selecionados através da criação de um novo atributo na tabela de atributos destinado à “*identificação do local*”. Tal como na ZCL deverá sempre optar-se, caso seja possível e as áreas sejam coincidentes pelas áreas correspondentes às variáveis de aptidão (ex.: feiras e mercados, equipamentos sociais, entre outras) (Figura 20).

Por outro lado, e como já referido importa verificar quais os locais selecionados para ZCAP que são coincidentes com os locais definidos anteriormente como ZCL. No caso prático, tentou-se sempre não deslocar a população e os locais selecionados responderem às valências de uma ZCL e de uma ZCAP simultaneamente, como se pode verificar na informação constante na Tabela 18.

Adicionalmente, à semelhança do procedimento efetuado para as ZCL definidas também neste caso se tentou aferir qual a capacidade humana de cada um dos locais definidos para a localização das ZCAP, através da adoção do mesmo método.



**Figura 20 - Localização das Zonas de Concentração e Apoio à População (ZCAP).**

**Tabela 18 - Localização, área ocupada e capacidade máxima humana da ZCAP.**

ID	Localização	Área (m <sup>2</sup> )	Capacidade máxima (humana)	Margem rio	ZCL
0	Pousada Alcácer Sal, Dom Afonso II	19805	683	MD	Sim
1	Estádio Municipal/ EB 23 Pedro Nunes	66984	2310	MD	Não
2	Jl Foros de Albergaria	31271	1078	ME	Não
3	EB1/Jl Agua	324605	11193	ME	Não
4	Jl Torrão/EB1 Torrão	139213	4800	MD	Não
5	Jl Centro Social Rio de Moinhos	22842	788	ME	Sim
6	EB1/Jl/Polidesportivo/Centro Social Santa Margarida do Sado	40636	1401	ME	Sim
7	Pastagens permanentes em Alcácer do Sal	100644	3470	MD	Sim
8	Pastagens permanentes junto a Porto Carro	16211	559	MD	Sim

**Nota:** MD (Margem Direita); ME (Margem Esquerda).

#### **4.2.3. Zonas de Concentração e Reserva (ZCR)**

A Zona de Concentração e Reserva (ZCR) é uma zona do teatro de operações onde se localizam temporariamente meios e recursos disponíveis sem missão imediata atribuída, a reserva estratégica e onde se mantém o sistema de apoio logístico às forças (Despacho nº 3317-A/2018, de 3 de abril).

Para a identificação da melhor localização para as ZCR os procedimentos a adotar poderão ser semelhantes aos definidos para a ZCL e para a ZCAP. Desta forma, para a identificação destas zonas importa efetuar os passos seguintes.

##### **Mapa de aptidão inicial**

Tal como para as zonas indicadas acima, para a definição das áreas aptas deverá efetuar-se uma multiplicação do mapa que resultou da integração do mapa das ponderações dos elementos construídos com o mapa das ponderações da COS, neste caso referente à ZCR, através do seu valor máximo, com o mapa de declive reclassificado. Deverá obter-se um mapa de aptidão com as possíveis áreas aptas para a localização da ZCR e retirar-se a esse mapa a área inundável, tal como indicado nos procedimentos adotados para a ZCL e ZCAP.

**Mapa aptidão ZCR = Mapa APTIDÃO x declive reclassificado**

##### **Mapas de aptidão classificados (*booleanos*) e Mapas de aptidão com identificação de manchas**

Uma vez que se pretende que a metodologia aplicada seja acessível, simples e de fácil compreensão para a concretização dos mapas de aptidão classificados (*booleanos*) e dos mapas de aptidão com identificação de manchas os procedimentos a adotar são os mesmos que foram adotados para a identificação da ZCL e da ZCAP.

##### **Distância-Tempo**

Para o cálculo da distância-tempo deverá utilizar-se o tema da rede viária com valores inteiros calculados anteriormente para a ZCAP e que contém a informação referente à velocidade máxima e ao tempo em segundos.



À semelhança do procedimento utilizado para a ZCAP no processo de acumulação de distâncias-tempo apenas serão considerados os elementos que sejam intercetados pela rede viária com os valores de percurso, no entanto, como seria importante definir as ZCR tendo como referência a distância a determinados elementos construídos, como por exemplo os postos de combustível, importa que esse elemento intercete a rede viária. Desta forma, tal como anteriormente referido foi criada uma faixa de distância (buffer) de 40 m (valor arbitrário e considerado facilmente superável) em redor dos postos de combustível, de forma a permitir essa interceção.

Após o cálculo da faixa de distância, deverá calcular-se as distâncias-tempo (segundos x 100) ao longo da rede viária para os postos de combustível com base no mapa da rede viária calculado anteriormente para a definição da ZCAP. Esse cálculo poderá ser feito, tal como na ZCAP, através da mesma ferramenta utilizada na ZCAP neste processo.

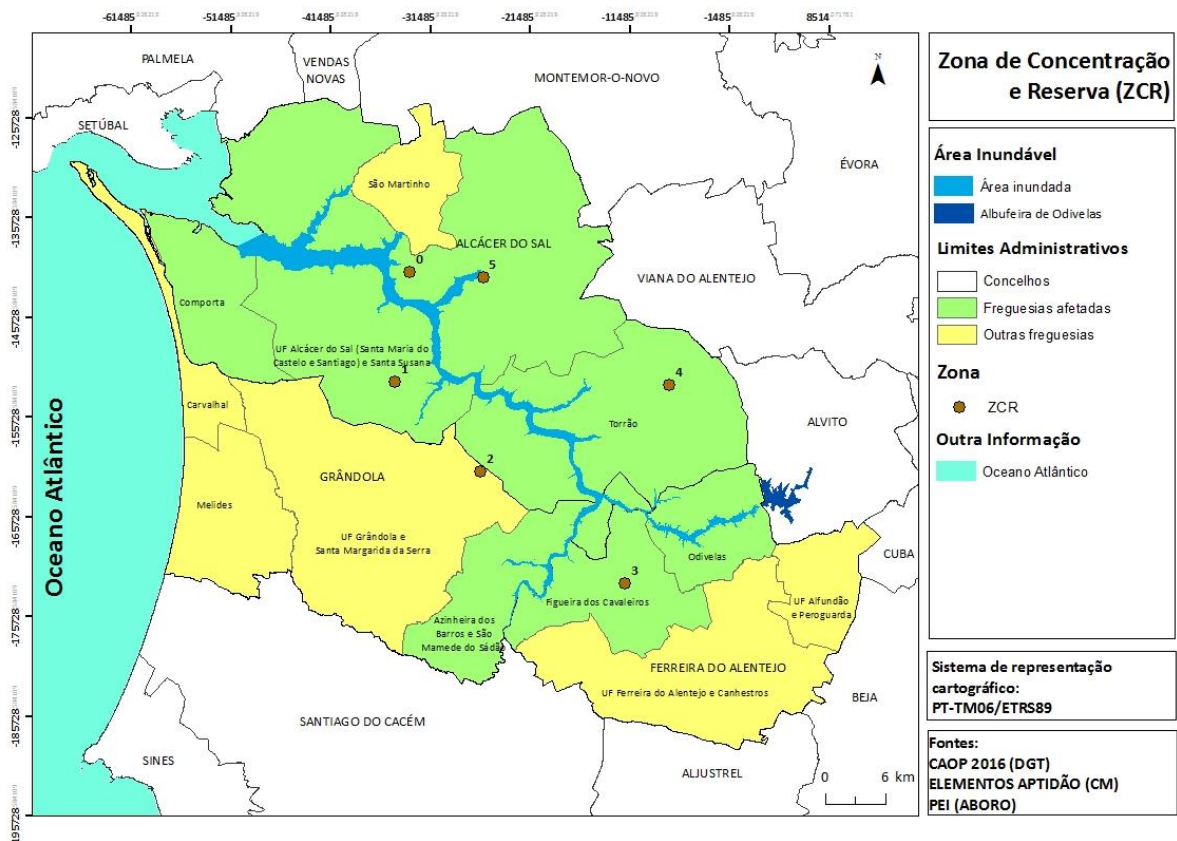
O resultado do passo anterior (Mapa distancia-tempo postos de combustível) fornecem valores entre “0” segundos (células que coincidem com os elementos) e vários milhões de segundos acumulados.

Importa agora calcular as distâncias-tempo-mínimas para a variável dos postos de combustível, através do cruzamento com as manchas de aptidão com identificação de manchas. Deste processo deverá resultar um mapa para a gama de aptidão dos 80-100 correspondente à variável dos postos de combustível. Para as restantes gamas de aptidão (100-75, 100-70, 100-65, 100-60, 100-55, 100-50, 100-45) também deverá resultar sempre um mapa.

### **Seleção das manchas de aptidão**

As manchas de aptidão que poderão funcionar como ZCR deverão ser selecionadas a partir do cálculo das distâncias-tempo-mínimas. Assim, quanto menor o valor da distância-tempo mínima melhor é a localização da zona. Por outro lado, deverá analisar-se também as acessibilidades aos locais identificados (fator muito importante, uma vez que as zonas tem que ter sempre acesso através da rede viária).

O procedimento adotado para a seleção das ZCR é igual ao definido para a ZCL e ZCAP, isto é, baseado numa abordagem mista, visual e semiautomática (Figura 21 e Tabela 19).



**Figura 21 - Localização das Zonas de Concentração e Reserva (ZCR).**

**Tabela 19 - Localização e área ocupada pela ZCR.**

ID	Localização	Área (m²)	Margem rio
0	Campo de Futebol do Bairro de São João	5000	MD
1	Albergaria	1000	ME
2	Água Derramada	9000	ME
3	Malhada Velha	4000	ME
4	Campo de Futebol de Barreira Guedes	1600	MD
5	Campo de Futebol de Santa Catarina	1000	MD

**Nota:** MD (Margem Direita); ME (Margem Esquerda).

#### 4.2.4. Zonas de Reunião de Mortos (ZRNm)

As Zonas de Reunião de Mortos (ZRNm), são locais que se destinam à recolha e reunião de vítimas mortais.

Os procedimentos a adotar para a identificação da localização das ZRNm são semelhantes aos definidos para as restantes zonas (ZCL, ZCAP e ZCR) e indicam-se de seguida.

### Mapa de aptidão inicial

Tal como para as zonas anteriores é necessário definir-se quais as áreas aptas, para isso deverá efetuar-se uma multiplicação do mapa que resultou da integração do mapa das ponderações dos elementos construídos e o mapa das ponderações da COS, neste caso referente à ZRnM, através do seu valor máximo, com o mapa de declive reclassificado. Deverá obter-se um mapa de aptidão com as possíveis áreas aptas para a localização da ZRnM e retirar-se a esse mapa a área inundável, tal como indicado nos procedimentos adotados para a ZCL, ZCAP e ZCR.

$$\text{Mapa aptidão ZRnM} = \text{Mapa APTIDÃO} \times \text{declive reclassificado}$$

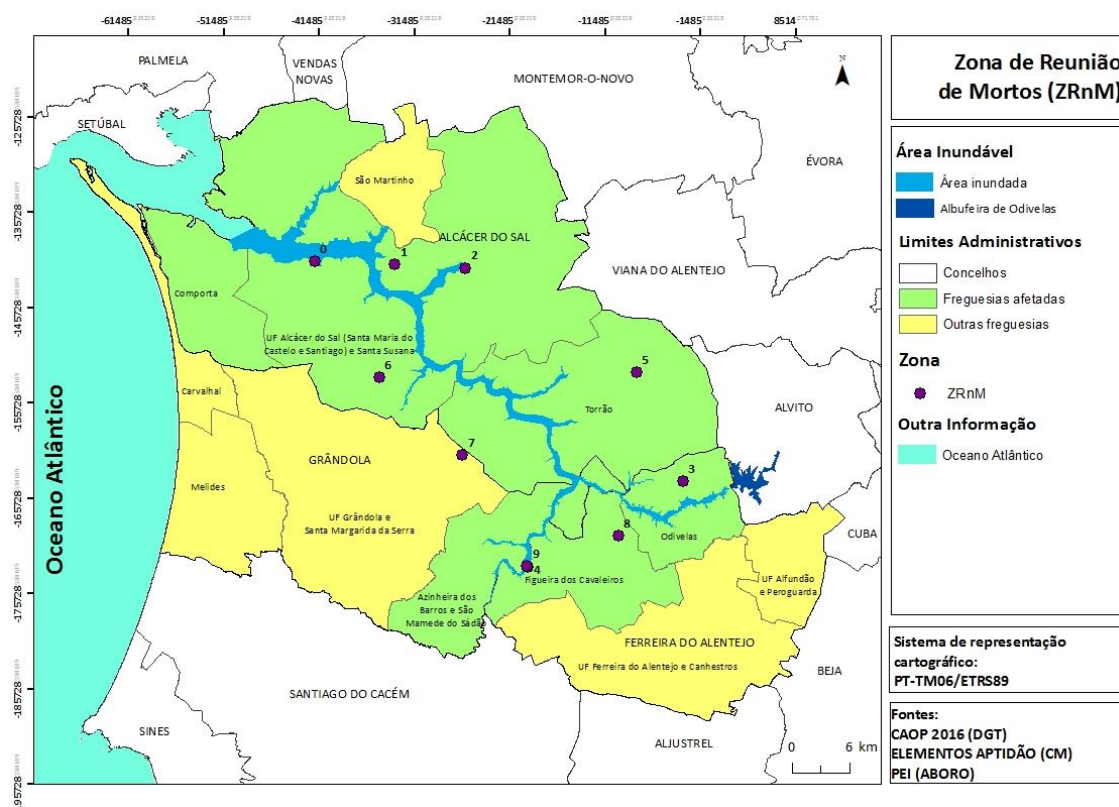
### Mapas de aptidão classificados (*booleanos*) e Mapas de aptidão com identificação de manchas

Para a elaboração dos mapas de aptidão classificados (*booleanos*) e dos mapas de aptidão com identificação de manchas os procedimentos a adotar são os mesmos que foram aplicados para a identificação da ZCL, ZCAP e ZCR.

### Seleção das manchas de aptidão

Tal como nos procedimentos adotado para a seleção da ZCL, ZCAP e ZCR o processo para a seleção da ZRnM é baseado numa abordagem mista, visual e semiautomática. No entanto, este processo torna-se mais simples do que os das restantes zonas, uma vez que o cálculo dos mapas de aptidão com identificação de manchas e o mapa rede viária são suficientes para a seleção da melhor localização para estas zonas. Assim, as manchas de aptidão com maior valor e mais próximas da rede viária serão possivelmente as selecionadas, no entanto, uma vez que se trata de uma zona com características próprias importa na escolha do local verificar se os elementos construídos de aptidão (cemitérios, casas mortuárias, equipamentos sociais, igrejas, entre outros) se encontram próximas dos locais pré-selecionados e fazer a seleção final com base na presença desses elementos.

Posteriormente, após a identificação dos locais os passos a seguir são os mesmos que foram aplicados às outras zonas de intervenção operacional (Figura 22 e Tabela 20).



**Figura 22 - Localização das Zonas de Reunião de Mortos (ZRnM).**

**Tabela 20 – Localização e área ocupada pela ZRnM.**

ID	Localização	Área (m <sup>2</sup> )	Margem rio
0	Polidesportivo Municipal de Montevil	230000	ME
1	Campo Futebol/ Polidesportivo Bairro S. João	50000	MD
2	Igreja de Santa Catarina	0	MD
3	Pastagens permanentes	330000	MD
4	Campo de Futebol da Azinheira	50000	ME
5	Igreja Nossa Senhora da Graça	60000	MD
6	Tecido urbano descontínuo	10000	ME
7	Tecido urbano descontínuo esparso	90000	ME
8	Instalações agrícolas	50000	ME
9	Polidesportivo/ Centro Social Santa Margarida do Sado	40000	ME

**Nota:** MD (Margem Direita); ME (Margem Esquerda).

#### 4.3. Articulação com as Zonas definidas nos Planos de Emergência de Proteção Civil

As Zonas de Intervenção Operacional que se encontram definidas nos Planos de Emergência de Proteção Civil (PEPC) são muito importantes para o presente trabalho. Assim, importa

verificar qual a localização das zonas indicadas nos PEPC e verificar se as mesmas são coincidentes com as zonas definidas na metodologia anteriormente mencionada.

No caso prático referente à definição das zonas para a possível rotura da Barragem de Odivelas foram verificar-se quais as ZCL, ZCAP, ZCR e ZRnM tipificadas nos Planos Municipais de Emergência de Proteção Civil (PMEPC) dos concelhos afetados (Ferreira do Alentejo, Grândola e Alcácer do Sal) e dos Planos Distritais de Emergência de Proteção Civil (PDEPC) de Beja e de Setúbal.

Verificou-se que na maior parte dos casos as zonas definidas nos planos gerais de emergência de proteção civil não são coincidentes com as zonas definidas no presente trabalho e poderão encontrar-se a uma distância considerável das representadas ou coincidentes com a área inundável, embora existam exceções. Esta situação deve-se ao facto de o presente trabalho apresentar características próprias e uma área de atuação específica, isto é, as zonas deverão encontrar-se na proximidade da área inundável, já as zonas identificados numa plano de âmbito geral pretendem responder aos diversos riscos suscetíveis de ocorrerem e não a um em especial, logo a sua localização difere.

No que se refere à ZCL, o PMEPC de Ferreira do Alentejo indica o *“Centro Cultural de Odivelas”* (freguesia de Odivelas) e o *“Centro Cultural de Santa Margarida do Sado”* (freguesia de Figueira dos Cavaleiros) na proximidade da área afetada. No entanto, a metodologia adotada no presente trabalho considera que na freguesia de Odivelas a infraestrutura da *“EB1 Odivelas”* apresenta melhores condições face ao local indicado no PMEPC, dada a sua proximidade ao local afetado. Em relação à freguesia de Figueira dos Cavaleiros, a metodologia indica que o *“Polidesportivo de Santa Margarida do Sado”* apresenta maior aptidão (nível 80 de aptidão) face ao *“Centro Cultural de Santa Margarida do Sado”* (nível 60 de aptidão). Contudo, uma vez que os locais são relativamente próximos e como se pretende não deslocar a população, isto é, pretende-se que a ZCL e a ZCAP funcionem no mesmo local, poderá neste caso considerar-se o *“Centro Cultural de Santa Margarida do Sado”*, até porque este local é indicado como apto para funcionar como ZCAP de acordo com o estudo efetuado (nível 80 de aptidão), local este que coincide também com uma das ZCAP definidas no PMEPC de Ferreira do Alentejo.

No que se refere às restantes zonas (ZCR e ZRnM) tipificadas no PMEPC de Ferreira do Alentejo não existe coincidência com as zonas definidas no plano e no caso prático,

encontrando-se algumas das zonas definidas no plano bastante afastadas da área inundável e outras coincidentes com a área inundável (ex.: igreja de Santa Margarida do Sado).

No PMEPC de Grândola, as ZCL que se encontram tipificadas estão muito afastadas da área inundável e das habitações que aí se encontram. Desta forma, estas zonas não respondem ao que se pretende, sendo necessário tipificar outros locais para onde a população se possa deslocar e a uma distância pequena das suas habitações, locais esses definidos através da metodologia do presente trabalho. O mesmo se sucede com a localização das ZCAP, ZCR e ZRnM indicadas no PMEPC de Grândola que ficam bastante longe da área afetada.

O PMEPC de Alcácer do Sal encontra-se elaborado à luz de uma legislação anterior a 2008<sup>12</sup>, não sendo possível efetuar a articulação das zonas de intervenção operacional com as tipificadas na metodologia apresentada.

Nos PDEPC de Beja e de Setúbal também se encontram definidas zonas de intervenção operacional; no entanto, estes documentos remetem a localização das zonas para os PMEPC respetivos e quando essa situação não se verifica a localização das zonas é bastante afastada da área inundável (ex.: localização da ZCR no PDEPC de Beja).

Desta forma, uma vez que se verifica que as várias zonas tipificadas nos planos gerais de emergência de proteção civil não são coincidentes com as zonas definidas na presente metodologia, para o risco específico de rotura da barragem de Odivelas, sugere-se que as zonas identificadas no presente trabalho possam no futuro vir a integrar os planos de emergência de proteção civil respetivos aquando da sua revisão.

---

<sup>12</sup> Declaração do Gabinete do Ministro da Administração Interna, no Diário da República, 2.ª série, n.º 291, de 19 de Dezembro de 1994.

## 5. DISCUSSÃO DE RESULTADOS

Através da metodologia apresentada no capítulo anterior foi possível efetuar uma estimativa da população, alojamentos e edifícios habitacionais na área inundável, bem como definir Zonas de Intervenção Operacional na proximidade da área inundável aquando de uma possível rotura da Barragem de Odivelas.

### **Estimativa da população, alojamentos e edifícios habitacionais**

Uma vez que os dados facultados pelo PEI da Barragem de Odivelas acerca da população não se encontram completos no que se refere aos aglomerados populacionais afetados, importa efetuar-se uma estimativa da população, alojamentos e edifícios habitacionais existentes na área afetada pela onda de inundação. No entanto, como se trata de dados estimados importa sempre existir uma aferição dos resultados obtidos, de forma a se verificar o quanto os mesmos se encontram afastados da realidade.

A estimativa da população foi efetuada com base na informação da subsecção estatística dos Censos 2011, do INE. No entanto, uma vez que a área abrangida pela onda de inundação corresponde a uma pequena área urbana e uma vasta área agrícola e a informação disponibilizada ao nível da subsecção estatística fornece melhor informação acerca da área urbana, a estimativa da população efetuada para a área agrícola irá requerer sempre de confirmação por parte das Câmaras Municipais e Juntas Freguesias.

Outro fator que não ajuda na perceção da contabilização da população afetada é o desfasamento entre a atualidade e o ano em que a informação estatística foi produzida, ou seja, Censos de 2011, o que não permite a perceção exata da população existente.

Por outro lado, o facto de a estimativa da população ser efetuada com base no número de edifícios e estes serem desenhados através de imagens de ortofotos do *Google Earth*, não permite saber concretamente se esses edifícios correspondem a casas de habitação ou possuem outra funcionalidade, tal como armazéns agrícolas, por exemplo. Adicionalmente, ao utilizar-se esta metodologia também importa ter em atenção quais os edifícios que se encontram devolutos, uma vez que nas imagens dos ortofotos do *Google Earth* não é possível ter essa informação. Assim, complementarmente, deverá ser feito trabalho de campo de forma a verificar se os edifícios desenhados se encontram habitados.

## **Zonas de Intervenção Operacional**

Considera-se de grande importância a metodologia aplicada com vista a obtenção da tipificação das diversas Zonas de Intervenção Operacional, uma vez que a identificação destas zonas na proximidade da área afetada pela onda de inundação constitui uma mais-valia no planeamento de emergência de proteção civil aquando de uma possível rotura de uma barragem.

Como se pode verificar na informação acima, a maior parte das zonas de intervenção que se encontram definidas nos planos gerais de emergência de proteção civil encontram-se afastadas da área afetada ou são coincidentes com esta. Desta forma, é importante efetuar um estudo para a melhor tipificação da localização de ZCL, ZCAP, ZCR e ZRnM na proximidade da área inundável, trabalho esse que é possível efetuar com base na metodologia indicada ao longo deste trabalho. No entanto, existem determinados fatores que importa ter sempre presentes, os quais podem, talvez, levar à modificação das ponderações atribuídas; são eles:

- Rede viária: a proximidade às vias de comunicação é um fator de extrema importância neste trabalho, pois sempre que possível as diversas zonas definidas têm que apresentar acessibilidades, quer se trate de uma zona onde a população se desloque através dos seus próprios meios, quer se trate de outra zona em que os veículos estão presentes. Desta forma, dá-se preferência às manchas de aptidão cuja localização é próxima da rede viária.
- Elementos de aptidão: é sempre preferível utilizar-se as infraestruturas existentes (escolas, pavilhões desportivos, equipamentos sociais, igrejas, casas mortuárias, entre outras) para a localização das zonas, em detrimento de espaços amplos mas sem qualquer tipo de construção. Desta forma, aquando da atribuição das ponderações, as infraestruturas deverão apresentar sempre valores superiores face aos valores atribuídos aos espaços sem construção. Foi possível observar esta situação aquando da necessidade de voltar a comparar os elementos construídos com as manchas de aptidão, antes da seleção dos melhores locais para a localização das zonas.

Por outro lado, deverá ter-se em atenção que muitas vezes os elementos construídos utilizados correspondem às mesmas infraestruturas, mas para zonas distintas. Assim, deverá ter-se o cuidado de atribuir apenas uma função para aquela infraestrutura, por



exemplo ao designar-se um campo de futebol para a localização de uma ZCR esse campo de futebol apenas funcionará com essa valência não podendo funcionar como ZCAP simultaneamente, por exemplo. A não ser que as dimensões do espaço assim o permita, pois as dimensões deverão estar sempre presentes aquando da seleção dos espaços.

- Margens do rio: as zonas de intervenção operacional deverão constar sempre em ambas as margens do rio, pois os caminhos de acesso a ambas as margens poderão ficar intransitáveis, sendo necessário garantir o socorro e salvamento a toda a área afetada. Aquando da tipificação das ZCR tendo em conta a distância aos postos de combustível (como referido anteriormente em 4.2.3) apenas foi possível obter manchas de aptidão na margem esquerda do rio, isto é, o critério utilizado com base na distância aos postos de combustível apenas assumia locais ótimos na margem esquerda. No entanto, uma vez que estas zonas também são importantes na margem direita do rio foram escolhidas áreas para a localização destas zonas de acordo com a mancha de aptidão com maior gama de valor, a proximidade à área afetada, as variáveis de aptidão existentes nessa margem e a rede viária existente.
- Carta de Ocupação do Solo (COS): a ocupação do solo da área envolvente à área inundável é importante na medida em que nos permite ter uma perceção de qual a ocupação do solo na área inundável e na sua envolvente; no entanto, aquando da atribuição das ponderações às diversas classes constata-se que as ponderações deverão ser sempre superiores nas classes que dispõem de infraestruturas face àquelas que não apresentam, pois dá-se prioridade às infraestruturas pré-existentes para possíveis locais para a instalações das zonas face àqueles que não apresentam qualquer infraestrutura.



## **6. CONSIDERAÇÕES FINAIS**

A probabilidade de rotura de uma barragem, quer em Portugal quer noutro país é baixa, no entanto, importa ter presente determinados cuidados de segurança, tais como um planeamento atempado, claro e objetivo das ações a efetuar no caso da rotura de uma determinada barragem.

O salvamento de um número significativo de pessoas que poderá residir nas zonas atingidas pela onda de inundação é a principal preocupação das autoridades competentes nesta matéria. Desta forma, para um eficaz planeamento de emergência, é importante efetuar o estudo da população, dos edifícios e alojamentos possivelmente afetados pela onda de inundação e a determinação de áreas adequadas para a implementação de Zonas de Intervenção Operacional que facilitem as operações de emergência de proteção civil.

Através da metodologia utilizada no presente trabalho, foi possível obter um método para o cálculo da estimativa da população, edifícios e alojamentos afetados e um método para a definição da localização das quatro Zonas de Intervenção Operacional (ZCL, ZCAP, ZCR e ZRnM) junto à área afetada aquando de uma possível rotura da barragem de Odivelas. No entanto, os resultados obtidos correspondem apenas a um exemplo da aplicação do método de trabalho, podendo tal metodologia ser aplicada às diversas barragens de Classe I.

No que se refere à estimativa da população, edifícios e alojamentos, esta é considerada uma mais-valia uma vez que os dados estimados são mais aproximados da realidade, devendo, no entanto, se possível, através das Câmaras Municipais e das Juntas de Freguesia, existir a necessidade de efetuar uma confirmação dos resultados obtidos.

Em relação aos dados estatísticos, estes reportam-se a uma época específica e período do dia, contudo nada invalida que essa informação não seja alterada podendo ser escolhido outra época e período do dia. Poderá ser interessante realizar um trabalho no terreno para avaliar estas situações, no entanto, a sua relevância apenas vai depender da altura do ano e do dia em que ocorrer a rotura da barragem.

Por outro lado, no que respeita à definição das Zonas de Intervenção Operacional, um dos fatores que bastante influência a obtenção de resultados aceitáveis são as ponderações atribuídas às diversas variáveis (equipamentos sociais, escolas, pavilhões desportivos, etc.), tendo em vista a melhor localização para as zonas pretendidas. A presença da rede viária

também tem bastante influência na escolha das áreas aptas, pois a presença deste fator é essencial dada a necessidade do acesso rodoviário às zonas definidas. Uma vez que a metodologia definida é semiautomática é possível ter em atenção as variáveis mais relevantes na escolha das áreas aptas.

Relativamente à definição das ZCL, zonas estas em que a população tem que se deslocar para esse local a pé e com a maior brevidade possível, importa referir que nem sempre foi possível obter uma distância mínima uniforme na seleção das áreas mais aptas, dado que as manchas de aptidão não surgiram a uma mesma distância a partir da área inundável. Por outro lado, as manchas de aptidão obtidas através da metodologia definida poderão não corresponder a áreas únicas, uma vez que se verificou no terreno que no mesmo espaço poderão existir outras localizações próximas das definidas e que também não são afetadas pela onda de inundação, podendo ser utilizadas para a localização da ZCL e segurança da população aí presente. Mais uma vez se refere que o trabalho de campo é essencial para a definição destas zonas.

Os métodos utilizados para a obtenção dos resultados finais foram variados e dinâmicos e podem ser modificados e adaptados a outros riscos para além da rotura de barragens, como por exemplo, os incêndios rurais. No entanto, é importante referir que o trabalho desenvolvido poderá ser melhorado e aperfeiçoado através do envolvimento de novas variáveis.

A utilização dos Sistemas de Informação Geografia (SIG) no presente trabalho é de todo importante, pois esta ferramenta permite analisar uma série de informação com vista a obtenção de resultados fiáveis e que poderão ser muito úteis em questões de prevenção e planeamento de emergência, face a um determinado risco. Os SIG são um instrumento de grande valor na definição de estratégias de resposta perante uma situação de acidente grave ou catástrofe.

## Referências Bibliográficas

- Afonso, J. R. (2002). *Aspectos Gerais. Tipos de Barragens*. Jornadas Técnicas de Proteção Civil sobre Planeamento de Emergência em Barragens, Lisboa, p.33.
- Almeida, B.; Ramos, C.; Santos, A.; & Viseu, T. (Eds.) (2003). *Dam Break Flood Risk Management in Portugal*. Laboratório Nacional de Engenharia Civil, Lisboa.
- Almeida, B. (1997a). *Dam-Break Flood Risk Management. An Integrated Project*. IST, DECivil, Lisboa.
- Almeida, B. (1997b). *Risco e Gestão de Crises em vales a jusante de barragens. Vulnerabilidade e risco de rotura de barragens*. Jornada Técnica *Risco e gestão de crises em vales a jusante de barragens*, Projeto NATO POFLOODRISK, LNEC, Lisboa, novembro. Disponível em <http://www.civil.ist.utl.pt/~joana/artigos%20risco%20ABA/pub-1997/JORNADA-lnec97.pdf>.
- Almeida, B. (2001). *Flood risk management in valleys with dams*. Water Resources Management, Grécia .
- Almeida, B. (2002). *Risco associado à segurança de barragens*. Jornadas Técnicas de Proteção Civil sobre Planeamento de Emergência em Barragens, Lisboa.
- Almeida, B. (2003). *Risk Management in valleys with dams, concepts and practice (in Portugal)*. Valutazione del Rischio Idraulico a Valle delle Dighe, Roma.
- Almeida, B. & Franco, A., (1993). *A rotura de barragens como causa das cheias induzidas pelo Homem*. LNEC (ed), Simpósio sobre Estudo, Prevenção e Protecção de Catástrofes Naturais, Lisboa.
- Almeida, B. & Viseu, T., (1997). *Dams and Safety Management at Downstream Valleys. A present and future challenge*. Almeida, A.B. e Viseu, T. (ed), *Dams and safety management in downstream valleys*, A.A. Balkema, Roterdão, p.3-25.
- Almeida, C. (2013). *Desenvolvimento de uma plataforma SIG para apoio ao controlo da segurança das grandes barragens portuguesas*. Trabalho final de mestrado em Engenharia Civil, Instituto Superior de Engenharia de Lisboa. Disponível em <https://repositorio.ipl.pt/handle/10400.21/3276>.

ANPC. (2009a) (Ed.). Guia de Orientação para Elaboração de Planos de Emergência Internos de Barragens. *Cadernos Técnicos PROCIV*, Nº5. ANPC/INAG. ISBN: 978-989-96121-0-5. Disponível em <http://www.prociv.pt/bk/cadernos/5.pdf>.

ANPC (2009b) (Ed.). Guia para a Caracterização de Risco no Âmbito da Elaboração de Planos de Emergência de Proteção Civil. *Cadernos Técnicos PROCIV*, Nº9. ANPC. ISBN: 978-989-96121-6-7. Disponível em [http://www.prociv.pt/bk/Documents/CTP9\\_www.pdf](http://www.prociv.pt/bk/Documents/CTP9_www.pdf).

ANPC (2009). *Glossário de Protecção Civil*. ANPC. Disponível em [http://www.prociv.pt/bk/EDICOES/OUTRASEDICOES/Documents/GLOSSARIO-31\\_Mar\\_09.pdf](http://www.prociv.pt/bk/EDICOES/OUTRASEDICOES/Documents/GLOSSARIO-31_Mar_09.pdf) [Acedido em 30.10.2016]

ANPC. (2011) (Ed.). Guia para Elaboração de Exercícios aos Planos de Emergência Internos de Barragens. *Cadernos Técnicos PROCIV*, Nº17. ANPC/LNEC/INAG. ISBN: 978-989-8343-10-9. Disponível em <http://www.prociv.pt/bk/Documents/CTP17.pdf>.

ANPC (2012). Plano Municipal de Emergência de Proteção Civil de Grândola. Disponível em <http://planos.prociv.pt/pages/plano.aspx?plano=682> [Acedido em 30.12.2016]

ANPC (2015). Plano Municipal de Emergência de Proteção Civil de Ferreira do Alentejo. Disponível em <http://planos.prociv.pt/pages/plano.aspx?plano=800> [Acedido em 30.12.2016]

ANPC (2016). Plano Distrital de Emergência de Proteção Civil de Beja. Disponível em <http://planos.prociv.pt/pages/plano.aspx?plano=816> [Acedido em 30.10.2017]

ANPC (2016). Plano de Emergência Externo para o risco de rutura da barragem de Alto Ceira II. Disponível em <http://planos.prociv.pt/pages/plano.aspx?plano=859> [Acedido em 30.06.2018]

ANPC. (2017) (Ed.). Manual de apoio à elaboração e operacionalização de Planos de Emergência de Proteção Civil - 2ª edição. *Cadernos Técnicos PROCIV*, Nº3. ANPC. ISBN: 978-972-98215-8-5. Disponível em [http://www.prociv.pt/bk/EDICOES/CADERNOSTECNICOS/Documents/CT\\_3\\_Manual\\_Planos-Emergencia-PC\\_2Edicao-DEZ2017.pdf](http://www.prociv.pt/bk/EDICOES/CADERNOSTECNICOS/Documents/CT_3_Manual_Planos-Emergencia-PC_2Edicao-DEZ2017.pdf).

ANPC (2017). Plano Distrital de Emergência de Proteção Civil de Setúbal. Disponível em <http://planos.prociv.pt/pages/plano.aspx?plano=860> [Acedido em 30.06.2018]

APA (2011). Plano de Emergência Interno da Barragem de Odivelas.

Assembleia da República (2007). *Lei nº 65/2007, de 12 de novembro – Enquadramento institucional e operacional da proteção civil no âmbito municipal, organização dos serviços municipais de proteção civil e competências do comandante operacional municipal*. Lisboa.

Assembleia da República (2015). *Lei nº 80/2015, de 3 de agosto - Lei de Bases de Proteção Civil*. Lisboa.

Carmo, J. (2013). Grandes barragens : vulnerabilidades e riscos. *Riscos Naturais, Antrópicos e Mistos. Homenagem ao Professor Doutor Fernando Rebelo*. Departamento de Geologia, Faculdade de Letras, Universidade de Coimbra, p.441–461. ISBN: 978-989-96810-1-9. Disponível em [https://www.uc.pt/fluc/depgeotur/publicacoes/Livros/livro\\_homenagem\\_FRebelo/RNAM\\_FR](https://www.uc.pt/fluc/depgeotur/publicacoes/Livros/livro_homenagem_FRebelo/RNAM_FR).

CNPC (2015). *Resolução nº30/2015, de 7 de maio - Critérios e normas técnicas para a elaboração e operacionalização de planos de emergência de proteção civil*. Lisboa.

Gamboa, M. & Fernandes, J. (s.d.). *Um Sistema de Informação para o aviso de emergência no caso de ruptura de barragens*. LNEC, Lisboa.

Gamboa, M., Santos, M., Viseu, L., & Fernandesm J. (1999). *Um Sistema de Aviso e Gestão de Emergência no caso de ruptura de barragens. Contribuição para o ordenamento de zonas ribeirinhas*. LNEC, Lisboa.

Gomes, A. (2013). *Mitigação de Riscos e Ordenamento do Território*. Dissertação de mestrado em Gestão do Território, Faculdade de Ciências Sociais e Humanas, Universidade Nova de Lisboa. Disponível em <https://run.unl.pt/handle/10362/10697>.

Gomes, S. (1999). *Considerações sobre a aplicação e revisão do Regulamento de Segurança de Barragens e das suas Normas Complementares*. Jornada Técnica Legislação sobre Segurança de Barragens, Projeto NATO-PO FLOODRISK MANAGEMENT, LNEC, Lisboa, p. 13–38.

Gomes, S. (2002). *Incidentes, acidentes e roturas em barragens*. Jornadas Técnicas de Proteção Civil sobre Planeamento de Emergência em Barragens, Lisboa, p.23.

ICOLD (2018). Comissão Internacional de Grandes Barragens. Disponível em [http://www.icold-cigb.net/GB/dams/technology\\_of\\_dams.asp](http://www.icold-cigb.net/GB/dams/technology_of_dams.asp) [Acedido em 25.04.2018]

Jansen, R. B. (1980). *Dams and Public Safety*. USBR, Department of the Interior, Denver, USA.

Julião, R. P., Nery, F., Ribeiro, J. L., Castelo Branco, M., & Zêzere, J. L. (2009). *Guia metodológico para a produção de cartografia municipal de risco e para a criação de sistemas de informação geográfica (SIG) de base municipal*. ANPC, DGODU, DGT. ISBN: 978-989-96121-4-2. Disponível em [http://www.prociv.pt/bk/Documents/guia\\_metodologico\\_SIG.pdf](http://www.prociv.pt/bk/Documents/guia_metodologico_SIG.pdf).

Lauriano, A. W. (2009). *Estudo de Ruptura da Barragem de Funil: comparação entre os modelos Fldwav e Hec-Ras*. Dissertação de mestrado em Saneamento, Meio Ambiente e Recursos Hídricos, Escola de Engenharia, Universidade Federal de Minas Gerais. Disponível em <http://www.bibliotecadigital.ufmg.br/dspace/handle/1843/REPA-82THXE>.

MAI (2008). *Portaria nº1532/2008, de 29 de dezembro - Regulamento Técnico de Segurança Contra Incêndios em Edifícios*. Lisboa.

MAI (2013). *Decreto-Lei nº 72/2013, de 31 de maio - Sistema Integrado de Operações de Proteção e Socorro (SIOPS)*. Lisboa.

MAI (2018). *Despacho nº 3317-A/2018, de 3 de abril – Revisão do Sistema de Gestão de Operações (SGO)*. Lisboa.

Marques, J. (2014). *Plano de Emergência Interno de Barragens*. Dissertação de mestrado em Engenharia Civil - Perfil Construção, Faculdade de Ciências e Tecnologia, Universidade Nova de Lisboa. Disponível em [https://run.unl.pt/bitstream/10362/14175/1/Marques\\_2014.pdf](https://run.unl.pt/bitstream/10362/14175/1/Marques_2014.pdf).

Martins, R. (1999). *Legislação sobre Segurança de Barragens a nível Mundial*. Jornada Técnica Legislação sobre Segurança de Barragens, Projeto NATO-PO FLOODRISK MANAGEMENT, LNEC, Lisboa, p. 69-87.

Martins, R. & Viseu, T., (1997). *Risco e Gestão de Crises em vales a jusante de barragens. Segurança das Barragens Portuguesas em serviço: princípios orientadores*. Jornada Técnica Risco e gestão de crises em vales a jusante de barragens, Projeto NATO POFLOODRISK, LNEC, Lisboa.



Matos, J. (2008). *Fundamentos de Informação Geográfica*. LIDEL. Lisboa.

MOPTC (1990). *Decreto-Lei nº11/1990 - Regulamento de Segurança de Barragens*. Lisboa.

MOPTH (2003). *Sistema de Apoio à Gestão de Emergências provocada por Rotura de Barragens. O caso do Funcho e do Arade*. Relatório 230/02 - GHI, LNEC, Lisboa.

MTSS (2006). *Decreto-Lei nº 163/2006, de 8 de agosto - Acessibilidades*. Lisboa.

Nunes, E. (2011). *Apreciação de riscos em barragens de aterro*. Dissertação de mestrado em Engenharia Civil - Perfil de Reabilitação de Edifícios, Faculdade de Ciências e Tecnologia, Universidade Nova de Lisboa. Disponível em <http://run.unl.pt/handle/10362/9914>.

Planeamento e das Infraestruturas (2018). *Decreto-Lei nº21/2018, de 28 de março - Regulamento de Segurança de Barragens (RSB)*. Lisboa.

Portuguese National Committee on Large Dams (1992). *Large Dams in Portugal*. LNEC. Lisboa.

Quintela, A. C., Pinheiro, A., Gomes, A., Afonso, J., Almeida, J., & Cordeiro, M. (2001). *Curso de Exploração e Segurança de Barragens*. Instituto da Água. Lisboa. ISBN: 972-9412-56-1.

Rebelo, F. (2001). *Riscos Naturais e Acção Antrópica*. Imprensa da Universidade de Coimbra. Coimbra. ISBN: 972-98225-7-3.

Reis, E. (1996). *Aplicação dos Sistemas de Informação Geográfica na análise morfológica de bacias hidrográficas*, dissertação de mestrado em Hidráulica e Recursos Hídricos, IST-UTL, Lisboa.

Ribeiro, V. (1993). *Segurança de barragens - ondas de inundação aplicação da legislação portuguesa*. FEUP. HIDRORUMO - Projeto e Gestão, Grupo EDP. Disponível em <http://www.aprh.pt/congressoagua98/files/com/107.pdf>

Ribeiro, V. (1997). *Risco e Gestão de Crises em vales a jusante de barragens. Ondas de inundação: critérios gerais e apresentação de resultados*. Jornada Técnica *Risco e gestão de crises em vales a jusante de barragens*, Projeto NATO POFLOODRISK, LNEC, Lisboa.

Rocha, F. (2000). *Dam - break Emergency Planning in Portugal . The role of the National Service for Civil Protection*. Workshop on the RESCDAM Project, Seinajoki.

Aplicação dos SIG no desenvolvimento de Metodologia para a Delimitação e Tipificação das Zonas de intervenção Operacional em Barragens de Classe I

Rodrigues, A., Santos M., & Rocha, F. (2002). *Dam - Break Flood Emergency Management System*. In *Water Resources Management*. Vol 16, p. 489-503.

Sá, L. (2007). *Regulamento de Segurança de Barragens e a Proteção Civil*. Autoridade Nacional de Proteção Civil. Carnaxide.

Santos, A. (2002). *Os Sistemas de Informação para apoio ao Planeamento e Gestão de Emergências decorrentes de Acidentes em Barragens*. Jornadas Técnicas de Proteção Civil sobre Planeamento de Emergência em Barragens, Lisboa, p.6.

Santos, A., Fernandes, J., Viseu, L., & Gamboa, M. (1997). *Risco e Gestão de Crises em vales a jusante de barragens. Sistema de Apoio à Gestão de Cheias*. Jornada Técnica *Risco e gestão de crises em vales a jusante de barragens*, Projeto NATO POFLOODRISK, LNEC, Lisboa.

Santos, R. (2012). *Reconstituição da ruptura da barragem das minas da Fonte Santa. Análise da propagação da onda de cheia no vale a jusante*. Dissertação de mestrado em Engenharia Civil, Faculdade de Ciências e Tecnologia, Universidade Nova de Lisboa. Disponível em <https://run.unl.pt/handle/10362/8509>.

Silva, D. (1997). *Risco e Gestão de Crises em vales a jusante de barragens. Os desastres não são fatalidades incontroláveis. Considerações sobre planeamento e gestão de crises: o caso da ruptura de barragens*. Jornada Técnica *Risco e gestão de crises em vales a jusante de barragens*, Projeto NATO POFLOODRISK, LNEC, Lisboa.

Silva, D. (2001). *Social sciences contributes to downstream valley knowledge and dam safety promotion*. NATO PO-FLOODRISK final report. Publicação LNEC/IST, Lisboa.

Styawan, A. P., Rahardjo, A. P., & Sujono, J. (2018). *Warning Time Analysis of Nasiri River Flash Flood due to Several Possible Natural Dam Break Events*. In *Journal of the Civil Engineering Forum*. Vol. 4, No. 1, p. 1-12.

Tavares, J. (2011). *Aplicação de redes neuronais no planeamento de emergência em barragens de aterro*. Dissertação de mestrado em Engenharia Civil - Construção e Hidráulica, Faculdade de Engenharia e Ciências Naturais, Universidade Lusófona de Humanidades e Tecnologias. Disponível em

em

<http://recil.ulusofona.pt/bitstream/handle/10437/4636/TESE%20FINAL%20%20P%20IMPRIMIR.pdf?sequence=1>.

UNHCR (2017). *Camp planning standards (planned settlements)*. The UN Refugee Agency. Disponível em <https://emergency.unhcr.org/entry/45582/camp-planning-standards-planned-settlements> [Acedido em 30.11.2017]

USBR (2003). *Dam safety risk analysis methodology*. Technical Service Center, U.S. Department of the Interior, Denver, USA.

Viseu, T. (2008). *Segurança dos vales a jusante de barragens - Metodologia de apoio à gestão do risco*. Teses e Programas de Investigação. LNEC. Lisboa.

Viseu, T. (2013). O risco e as barragens. *Riscos Naturais, Antrópicos e Mistos. Homenagem ao Professor Doutor Fernando Rebelo*. Departamento de Geologia, Faculdade de Letras, Universidade de Coimbra, p.425–440. ISBN: 978-989-96810-1-9. Disponível em [https://www.uc.pt/fluc/depgeotur/publicacoes/Livros/livro\\_homenagem\\_FRebelo/RNAM\\_FR](https://www.uc.pt/fluc/depgeotur/publicacoes/Livros/livro_homenagem_FRebelo/RNAM_FR).

Viseu, T & Almeida, A. (2011). *Gestão do risco nos vales a jusante de barragens*. *Territorium*, Revista da Associação Portuguesa de Riscos, Prevenção e Segurança, Impactum Coimbra University Press, Nº 18, 33-42. Disponível em <https://digitalis-dsp.uc.pt/jspui/handle/10316.2/36046>

Wright, B. (2018). *Segurança de Barragens*. Sessão Técnica. Águas de Portugal/Instituto Superior Técnico. Lisboa.

Zuffo, M., & Genovez, A. (2009). *A segurança de barragens sob a ótica de algumas legislações internacionais*. XVIII Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos, Campo Grande - MS, p. 1–17.



## **ANEXOS**



**ANEXO I**  
**(Ocupação do Solo na área inundável)**





**Tabela I.1 - Ocupação do solo (COS 2007) na área inundável**

Ocupação	Sub-ocupação	Área ocupada
Águas interiores	Canais artificiais	27
	Cursos de água naturais	1091
	<b>SUB-TOTAL (ha)</b>	<b>1118</b>
	<b>SUB-TOTAL (%)</b>	<b>11,8</b>
Áreas agrícolas heterogéneas	Agricultura com espaços naturais e seminaturais	1
	Pastagens associadas a olival	4
	SAF de azinheira com culturas permanentes	6
	SAF de azinheira com pastagens	91
	SAF de outras misturas com pastagens	7
	SAF de pinheiro manso com culturas permanentes	2
	SAF de pinheiro manso com pastagens	17
	SAF de sobreiro com azinheira com pastagens	71
	SAF de sobreiro com culturas permanentes	2
	SAF de sobreiro com pastagens	174
	SAF pinheiro manso, culturas temporárias sequeiro	1
	SAF sobreiro, azinheira e culturas temporárias sequeiro	37
	SAF sobreiro, culturas temporárias de sequeiro	8
	Sistemas culturais e parcelares complexos	55
	<b>SUB-TOTAL (ha)</b>	<b>476</b>
	<b>SUB-TOTAL (%)</b>	<b>5,0</b>
Áreas de extracção de inertes, áreas de deposição de resíduos e estaleiros de construção	Áreas em construção	2
	Pedreiras	37
	<b>SUB-TOTAL (ha)</b>	<b>39</b>
	<b>SUB-TOTAL (%)</b>	<b>0,4</b>
Culturas permanentes	Olivais	60
	<b>SUB-TOTAL (ha)</b>	<b>60</b>
	<b>SUB-TOTAL (%)</b>	<b>0,6</b>
Culturas temporárias	Arrozais	4968
	Culturas temporárias de regadio	502
	Culturas temporárias de sequeiro	319
	<b>SUB-TOTAL (ha)</b>	<b>5789</b>
	<b>SUB-TOTAL (%)</b>	<b>61,1</b>
Culturas temporárias e/ou pastagens associadas a culturas permanentes	Culturas temporárias sequeiro tipo olival	2
	<b>SUB-TOTAL (ha)</b>	<b>2</b>
	<b>SUB-TOTAL (%)</b>	<b>0,02</b>
Espaços verdes urbanos, equipamentos desportivos, culturais e de lazer, e zonas históricas	Outros equipamentos de lazer	8
	Parques e jardins	1
	<b>SUB-TOTAL (ha)</b>	<b>9</b>
	<b>SUB-TOTAL (%)</b>	<b>0,1</b>
Florestas	Florestas de azinheira com folhosas	15
	Florestas de azinheira com resinosas	2
	Florestas de espécies invasoras com folhosas	3
	Florestas de misturas de folhosas com resinosas	28
	Florestas de outra folhosa com folhosas	18
	Florestas de outras folhosas	165
	Florestas de pinheiro bravo com folhosas	3
	Florestas de pinheiro manso	88
	Florestas de pinheiro manso com folhosas	78
	Florestas de sobreiro	63
	Florestas de sobreiro com folhosas	8
	Florestas de sobreiro com resinosas	18
	<b>SUB-TOTAL (ha)</b>	<b>489</b>
	<b>SUB-TOTAL (%)</b>	<b>5,2</b>
Florestas abertas e vegetação arbustiva e herbácea	Cortes rasos de florestas de azinheira	1
	Florestas abertas de azinheira	4
	Florestas abertas de outra folhosa com folhosas	4
	Florestas abertas de pinheiro manso	27
	Florestas abertas de pinheiro manso com resinosas	5
	Florestas abertas de pinheiro manso folhosas	5
	Florestas abertas de sobreiro	3
	Florestas abertas de sobreiro com folhosas	12
	Florestas abertas de sobreiro com resinosas	30
	Matos densos	5
	Matos pouco densos	52
	Novas plantações de florestas de eucalipto	7
	Novas plantações de florestas de pinheiro manso	23
	Novas plantações de florestas de sobreiro	14
	Vegetação esclerófito densa	2
	Vegetação herbácea natural	49
	<b>SUB-TOTAL (ha)</b>	<b>243</b>
	<b>SUB-TOTAL (%)</b>	<b>2,6</b>
Indústria, comércio e transportes	Indústria	10
	Instalações agrícolas	22
	Rede viária e espaços associados	12
	<b>SUB-TOTAL (ha)</b>	<b>44</b>
	<b>SUB-TOTAL (%)</b>	<b>0,5</b>
Pastagens permanentes	Pastagens permanentes	507
	<b>SUB-TOTAL (ha)</b>	<b>507</b>
	<b>SUB-TOTAL (%)</b>	<b>5,3</b>
Tecido urbano	Tecido urbano contínuo horizontal	27
	Tecido urbano descontínuo	4
	Tecido urbano descontínuo esperso	6
	<b>SUB-TOTAL (ha)</b>	<b>37</b>
	<b>SUB-TOTAL (%)</b>	<b>0,4</b>
Zonas húmidas interiores	Paióis	137
	<b>SUB-TOTAL (ha)</b>	<b>137</b>
	<b>SUB-TOTAL (%)</b>	<b>1,4</b>
Zonas húmidas litorais	Salinas	372
	Sapais	155
	<b>SUB-TOTAL (ha)</b>	<b>527</b>
	<b>SUB-TOTAL (%)</b>	<b>5,6</b>
	<b>TOTAL (ha)</b>	<b>9477</b>
	<b>TOTAL (%)</b>	<b>100,0</b>

Fonte: Carta de Ocupação do Solo (nível 2 e nível 5), 2007, DGT.



## **ANEXO II**

**(População, alojamentos e edifícios habitacionais na área inundável)**



**Tabela II.1 - Número de edifícios afetados pela inundação em cada subsecção estatística da BGRI**

BGRI11	Aglomerado Populacional	Concelho (freguesia)	Edifícios				
			1 a 2 pisos	3 a 4 pisos	5 ou mais pisos	Total edifícios	
02080400203	Monte das Arramadas	Ferreira do Alentejo (Odivelas)	1	0	0	1	
02080400201	Horta do Adelino		2	0	0	2	
02080400109	Odivelas		6	0	0	6	
02080400201	Vivenda Açude		2	0	0	2	
02080400228	Monte das Almas		25	0	0	25	
02080400104	Odivelas		1	0	0	1	
02080400107			11	0	0	11	
02080400106			7	0	0	7	
02080400102			4	0	0	4	
02080400105			6	0	0	6	
02080400103			7	0	0	7	
02080400202	Lugar N2		1	0	0	1	
02080400228	Odivelas		25	0	0	25	
02080400129	Monte do Aníbal		27	0	0	27	
02080400129	Vale Barroso		27	0	0	27	
02080400129	Caneiras do Roxo		27	0	0	27	
02080400128	Caneirinhas		3	0	0	3	
02080300145	Santo Tirso		Ferreira do Alentejo (Figueira de Cavaleiros)	2	0	0	2
15050100113	Herdade do Pinheiro		Grândola (Azinheira Barros S Mamede Sádão)	4	0	0	4
15050100114	Pintos			11	0	0	11
15050100114	Nogueirinha	11		0	0	11	
15050100115	Parreirinha	12		0	0	12	
15050100116	Assencada	17		0	0	17	
15050100116	Monte da Tojeira	17		0	0	17	
02080300120	Santa Margarida do Sado	Ferreira do Alentejo (Figueira Cavaleiros)	4	0	0	4	
02080300114			0	0	0	0	
02080300111			7	0	0	7	
02080300108			6	0	0	6	
02080300107			7	0	0	7	
02080300105			17	0	0	17	
02080300104			13	0	0	13	
02080300103			6	0	0	6	
02080300102			30	0	0	30	

BGRI11	Aglomerado Populacional	Concelho (freguesia)	Edifícios				
			1 a 2 pisos	3 a 4 pisos	5 ou mais pisos	Total edifícios	
02080300101	Santa Margarida do Sado	Ferreira do Alentejo (Figueira Cavaleiros)	6	0	0	6	
02080300128			1	0	0	1	
02080300124			6	0	0	6	
15050100113	Porto Carvalho	Grândola (Azinheira Barros S Mamede Sadão)	4	0	0	4	
15010400611	Aldeia de Rio de Moinhos	Alcácer do Sal (Torrão)	20	0	0	20	
15010400618			9	0	0	9	
15010400617			20	0	0	20	
15010400616			11	0	0	11	
15010400609			7	0	0	7	
15010400612			0	0	0	0	
15010400604			9	0	0	9	
15010400603			1	0	0	1	
15010400601			Monte da Quinta de D. Rodrigo	9	0	0	9
15010400634			São Romão do Sado	2	0	0	2
15010400221	9			0	0	9	
15010400220	11			0	0	11	
15010400634	Vale de Romeiras		2	0	0	2	
15010400232	São Romão do Sado		6	0	0	6	
15010400232	Porto Carro		6	0	0	6	
15010400232	Monte do Vale de Lachique		6	0	0	6	
15010400232	Portancho de Baixo		6	0	0	6	
15010400234	Monte da Herdade dos Frades		5	0	0	5	
15010400232	Benegazil		6	0	0	6	
15010400219	Palhota		16	0	0	16	
15010400219	Monte das Parchanas		16	0	0	16	
15010400217	Monte da Casa Branca		10	0	0	10	
15010400216	Monte de São Bento		5	0	0	5	
15010400225	Portinho		6	0	0	6	
15010400227	Monte do Porto Rei		3	0	0	3	
15010400225	Monte das Malhadas		6	0	0	6	
15010400227	Redarcos		3	0	0	3	
15010400227	Crujeira		3	0	0	3	
15010400227	Vale de Lobos	Alcácer do Sal (União freg AS - SMCSSS <sup>13</sup> )	3	0	0	3	

<sup>13</sup> União freg. AS – SMCSSS (União das Freguesias de Alcácer do Sal (Santa Maria do Castelo e Santiago) e Santa Susana).

BGR11	Aglomerado Populacional	Concelho (freguesia)	Edifícios			
			1 a 2 pisos	3 a 4 pisos	5 ou mais pisos	Total edifícios
15010300522	Vale de Lobos	Alcácer do Sal (União freg AS-SMCSSS)	11	0	0	11
15010300522	Porches		11	0	0	11
15010300522	Casa do Cantoneiro		11	0	0	11
15010300522	Porto Novo		11	0	0	11
15010300514	Vale de Guiso		12	0	0	12
15010300516			12	0	0	12
15010300513			13	0	0	13
15010300511	Arez		4	0	0	4
15010300504			12	0	0	12
15010300501			21	0	0	21
15010300503			5	0	0	5
15010300522	Arouca		11	0	0	11
15010300823	Andives		10	0	0	10
15010300823	Sapalinho		10	0	0	10
15010300822	Arapouco		4	0	0	4
15010300821	Lezíria		16	0	0	16
15010300822	Barrosinha		4	0	0	4
15010300116			27	0	0	27
15010300115			6	0	0	6
15010300227	Foz		11	0	0	11
15010300807	Quinta da Palmeira		1	0	0	1
15010300215			15	0	0	15
15010300121	Sitimos		16	0	0	16
15010300808	Forno da Cal		32	0	0	32
15010300821			16	0	0	16
15010300709	Zona Ribeirinha de Alcácer do Sal		4	5	0	9
15010100832			2	0	0	2
15010300714			9	4	1	14
15010300806			1	0	0	1
15010300712			16	5	0	21
15010300713			0	0	0	0
15010300804			8	0	0	8
15010300708			4	7	0	11
15010300801			13	0	0	13
15010300711			12	2	1	15

BGRI11	Aglomerado Populacional	Concelho (freguesia)	Edifícios			
			1 a 2 pisos	3 a 4 pisos	5 ou mais pisos	Total edifícios
15010300802	Zona Ribeirinha de Alcácer do Sal	Alcácer do Sal (União freg AS-SMCSSS)	5	0	0	5
15010300805			0	0	0	0
15010100715			0	0	0	0
15010300710			12	7	2	21
15010300707			9	4	0	13
15010300706			0	3	2	5
15010300803			3	2	0	5
15010100724			0	1	0	1
15010300704			10	5	0	15
15010100723			1	0	0	1
15010300702			7	4	0	11
15010100721			9	0	0	9
15010300705			0	7	0	7
15010100722			0	0	0	0
15010100725			5	1	0	6
15010100719			0	0	0	0
15010100720			0	0	0	0
15010300622			6	0	0	6
15010100810			3	5	0	8
15010300620			4	19	1	24
15010100705			3	3	0	6
15010100711			5	2	0	7
15010100710			6	1	0	7
15010100709			4	1	0	5
15010100707			15	4	0	19
15010100718			12	2	0	14
15010100809			1	6	0	7
15010100713			8	0	0	8
15010300614			23	4	0	27
15010100806			5	7	0	12
15010100802			4	1	0	5
15010100805			3	6	0	9
15010300621			8	2	1	11
15010300620			4	19	1	24
15010100703			7	1	0	8



BGRI11	Aglomerado Populacional	Concelho (freguesia)	Edifícios			
			1 a 2 pisos	3 a 4 pisos	5 ou mais pisos	Total edifícios
15010300610	Zona Ribeirinha de Alcácer do Sal	Alcácer do Sal (União freg AS-SMCSSS)	4	2	0	6
15010300615			0	1	0	1
15010100324	Monteira		12	0	0	12
15010100413	Moinho da Ordem		34	0	0	34
15010100701	Zona Ribeirinha de Alcácer do Sal		5	0	0	5
15010100305			4	0	0	4
15010100304			15	0	0	15
15010100126	Vale da Gran		38	0	0	38
15010100223	Monte da Fazenda		15	0	0	15
15010100223	Montevil		15	0	0	15
15010100212			8	0	0	8
15010100211	Monte Novo do Sul		24	0	0	24
15010600201	Murta	Alcácer do Sal (Comporta)	13	0	0	13
15010100210	Quinta do Ouvidor	Alcácer do Sal (União freg AS-SMCSSS)	1	0	0	1
15010100206	Monte Novo da Palma		23	0	0	23
15010100205			21	0	0	21
15010100222			6	0	0	6
					TOTAL	1522

**Tabela II.2** - Número de residentes afetados pela inundação em cada subsecção estatística da BGRI

BGRI11	Aglomerado Populacional	Concelho (freguesia)	Residentes															
			Homens/idades								Mulheres/idades							
			0 a 4	5 a 9	10 a 13	14 a 19	20 a 24	25 a 64	Mais 65	Total	0 a 4	5 a 9	10 a 13	14 a 19	20 a 24	25 a 64	Mais 65	Total
02080400203	Monte das Arramadas	Ferreira do Alentejo (Odivelas)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
02080400201	Horta do Adelino		0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	2	0	2
02080400109	Odivelas		0	1	0	0	0	1	0	2	0	0	0	0	0	1	0	1
02080400201	Vivenda Açude		0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	2	0	2

BGRI11	Agglomerado Populacional	Concelho (freguesia)	Residentes																
			Homens/idades								Mulheres/idades								Total
			0 a 4	5 a 9	10 a 13	14 a 19	20 a 24	25 a 64	Mais 65	Total	0 a 4	5 a 9	10 a 13	14 a 19	20 a 24	25 a 64	Mais 65	Total	
02080400228	Monte das Almas	Ferreira do Alentejo (Odivelas)	0	0	0	0	0	7	2	9	1	0	0	0	0	4	0	5	14
02080400104	Odivelas		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1
02080400107			0	1	0	0	1	7	3	12	0	0	0	1	1	5	5	12	24
02080400106			0	0	0	0	1	5	0	6	0	0	0	0	1	5	0	6	12
02080400102			0	0	1	1	1	3	0	6	0	0	0	1	1	3	1	6	12
02080400105			0	0	0	1	0	0	1	2	0	0	0	0	0	1	0	1	3
02080400103			0	0	0	0	0	2	1	3	0	0	0	1	0	3	1	5	8
02080400202	Lugar N2		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
02080400228	Odivelas		0	0	0	0	0	7	2	9	1	0	0	0	0	4	0	5	14
02080400129	Monte do Aníbal		1	0	0	1	1	5	0	8	0	0	1	0	0	5	0	6	14
02080400129	Vale Barroso		1	0	0	1	1	5	0	8	0	0	1	0	0	5	0	6	14
02080400129	Caneiras do Roxo		1	0	0	1	1	5	0	8	0	0	1	0	0	5	0	6	14
02080400128	Caneirinhas		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
02080300145	Santo Tirso	Ferreira do Alentejo (Figueira de Cavaleiros)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
15050100113	Herdade do Pinheiro	Grândola (Azinheira Barros S Mamede Sádão)	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	1	0	1	2
15050100114	Pintos		0	0	0	0	0	3	1	4	0	0	0	0	0	2	0	2	6
15050100114	Nogueirinha		0	0	0	0	0	3	1	4	0	0	0	0	0	2	0	2	6
15050100115	Parreirinha		0	0	0	0	0	2	0	2	0	0	0	0	0	2	1	3	5
15050100116	Assencada		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

BGRI11	Aglomerado Populacional	Concelho (freguesia)	Residentes															
			Homens/idades								Mulheres/idades							
			0 a 4	5 a 9	10 a 13	14 a 19	20 a 24	25 a 64	Mais 65	Total	0 a 4	5 a 9	10 a 13	14 a 19	20 a 24	25 a 64	Mais 65	Total
15050100116	Monte da Tojeira	Grândola (Azinheira Barros S Mamede Sádão)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
02080300120	Santa Margarida do Sado	Ferreira do Alentejo (Figueira Cavaleiros)	0	0	0	1	0	3	0	4	1	0	0	0	0	4	0	5
02080300114			0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
02080300111			2	0	1	1	1	5	4	14	0	1	2	0	1	7	5	16
02080300108			0	0	0	0	0	2	3	5	0	0	0	0	0	4	1	5
02080300107			0	0	0	1	0	5	0	6	0	0	0	0	0	4	4	8
02080300105			0	0	0	0	0	2	1	3	0	0	0	0	0	1	2	3
02080300104			0	0	0	1	0	2	3	6	0	0	1	1	0	2	3	7
02080300103			0	1	0	0	0	2	1	4	1	0	0	0	1	3	0	5
02080300102			0	1	1	0	1	11	4	18	0	1	0	1	0	8	5	15
02080300101			0	0	0	0	0	1	1	2	0	0	0	0	0	0	0	0
02080300128			0	0	0	0	0	1	1	2	0	0	0	0	0	1	2	3
02080300124			0	0	0	1	0	7	1	9	0	1	0	0	0	6	0	7
15050100113	Porto Carvalho	Grândola (Azinheira Barros S Mamede Sádão)	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	1	0	1
15010400611	Aldeia de Rio de Moinhos	Alcácer do Sal (Torreão)	0	0	0	1	0	1	1	3	0	0	0	0	0	1	1	2
15010400618			0	0	0	0	0	2	1	3	0	0	0	0	0	2	3	5
15010400617			0	1	0	1	0	10	2	14	0	0	1	3	1	7	4	16
15010400616			0	0	1	0	0	2	0	3	1	0	1	0	0	2	2	6
15010400609			0	0	0	0	0	2	2	4	0	0	0	0	0	1	3	4

Aplicação dos SIG no desenvolvimento de Metodologia para a Delimitação e Tipificação das Zonas de intervenção Operacional em Barragens de Classe I

BGR11	Agglomerado Populacional	Concelho (freguesia)	Residentes																
			Homens/idades								Mulheres/idades								Total
			0 a 4	5 a 9	10 a 13	14 a 19	20 a 24	25 a 64	Mais 65	Total	0 a 4	5 a 9	10 a 13	14 a 19	20 a 24	25 a 64	Mais 65	Total	
15010400612	Aldeia de Rio de Moinhos	Alcácer do Sal (Torrão)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
15010400604			1	0	0	2	1	6	2	12	2	2	0	1	0	6	0	11	23
15010400603			0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1
15010400601	Monte da Quinta de D. Rodrigo		0	0	0	0	0	1	1	2	0	0	0	0	0	0	1	1	3
15010400634	São Romão do Sado		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
15010400221			0	0	0	0	0	1	1	2	0	0	0	0	0	1	2	3	5
15010400220			0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	2	2	3
15010400634	Vale de Romeiras		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
15010400232	São Romão do Sado		0	1	0	0	1	5	0	7	0	0	0	0	0	3	2	5	12
15010400232	Porto Carro		0	1	0	0	1	5	0	7	0	0	0	0	0	3	2	5	12
15010400232	Monte do Vale de Lachique		0	1	0	0	1	5	0	7	0	0	0	0	0	3	2	5	12
15010400232	Portancho de Baixo		0	1	0	0	1	5	0	7	0	0	0	0	0	3	2	5	12
15010400234	Monte da Herdade dos Frades		0	0	1	1	0	5	0	7	1	0	1	2	1	2	0	7	14
15010400232	Benegazil		0	1	0	0	1	5	0	7	0	0	0	0	0	3	2	5	12
15010400219	Palhota		0	0	0	0	0	4	5	9	0	0	0	0	0	4	5	9	18
15010400219	Monte das Parchanas		0	0	0	0	0	4	5	9	0	0	0	0	0	4	5	9	18
15010400217	Monte da Casa Branca		0	0	1	0	1	4	0	6	0	1	1	2	0	3	3	10	16
15010400216	Monte de São Bento		1	0	0	0	0	3	0	4	0	1	0	1	1	2	0	5	9
15010400225	Portinho		0	0	0	0	0	2	0	2	0	1	0	0	0	1	0	2	4

BGRI11	Agglomerado Populacional	Concelho (freguesia)	Residentes																
			Homens/idades								Mulheres/idades								Total
			0 a 4	5 a 9	10 a 13	14 a 19	20 a 24	25 a 64	Mais 65	Total	0 a 4	5 a 9	10 a 13	14 a 19	20 a 24	25 a 64	Mais 65	Total	
15010400227	Monte do Porto Rei	Alcácer do Sal (Torreão)	0	1	0	0	0	2	0	3	0	0	0	0	1	2	0	3	6
15010400225	Monte das Malhadas		0	0	0	0	0	2	0	2	0	1	0	0	0	1	0	2	4
15010400227	Redarcos		0	1	0	0	0	2	0	3	0	0	0	0	1	2	0	3	6
15010400227	Crujeira		0	1	0	0	0	2	0	3	0	0	0	0	1	2	0	3	6
15010400227	Vale de Lobos	Alcácer do Sal (União freg AS - SMCSS) <sup>14</sup>	0	1	0	0	0	2	0	3	0	0	0	0	1	2	0	3	6
15010300522			0	0	1	0	0	1	0	2	0	0	0	0	0	1	0	1	3
15010300522	Porches		0	0	1	0	0	1	0	2	0	0	0	0	0	1	0	1	3
15010300522	Casa do Cantoneiro		0	0	1	0	0	1	0	2	0	0	0	0	0	1	0	1	3
15010300522	Porto Novo		0	0	1	0	0	1	0	2	0	0	0	0	0	1	0	1	3
15010300514	Vale de Guiso		0	0	0	0	0	1	1	2	0	0	0	1	0	1	3	5	7
15010300516			0	0	0	0	0	3	3	6	0	0	0	0	0	2	5	7	13
15010300513			1	0	0	0	0	3	0	4	1	0	0	0	1	3	3	8	12
15010300511	Arez		0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	1	0	1	2
15010300504			0	0	0	0	1	1	1	3	0	0	0	1	0	2	2	5	8
15010300501			1	0	1	1	2	11	8	24	1	2	0	0	0	12	6	21	45
15010300503			0	0	0	0	0	5	0	5	2	1	1	0	0	3	1	8	13
15010300522	Arouca		0	0	1	0	0	1	0	2	0	0	0	0	0	1	0	1	3
15010300823	Andives		1	0	0	0	0	5	1	7	0	0	0	0	0	2	3	5	12
15010300823	Sapalinho		1	0	0	0	0	5	1	7	0	0	0	0	0	2	3	5	12
15010300822	Arapouco		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
15010300821	Lezíria		1	0	2	1	2	5	5	16	0	0	0	2	1	5	3	11	27

<sup>14</sup> União freg. AS – SMCSSS (União das Freguesias de Alcácer do Sal (Santa Maria do Castelo e Santiago) e Santa Susana).

Aplicação dos SIG no desenvolvimento de Metodologia para a Delimitação e Tipificação das Zonas de intervenção Operacional em Barragens de Classe I

BGRI11	Aglomerado Populacional	Concelho (freguesia)	Residentes																
			Homens/idades							Mulheres/idades							Total		
			0 a 4	5 a 9	10 a 13	14 a 19	20 a 24	25 a 64	Mais 65	Total	0 a 4	5 a 9	10 a 13	14 a 19	20 a 24	25 a 64		Mais 65	Total
15010300822	Barrosinha	Alcácer do Sal (União freg AS-SMCSS)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
15010300116			0	0	0	0	1	9	3	13	0	0	0	0	0	8	3	11	24
15010300115			0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
15010300227	Foz		0	1	1	0	1	8	3	14	1	1	0	1	0	7	5	15	29
15010300807	Quinta da Palmeira		0	0	1	2	0	1	0	4	0	0	0	0	0	1	0	1	5
15010300215			0	2	0	0	1	2	3	8	0	0	0	1	1	3	3	8	16
15010300121	Sitímos		1	1	0	1	1	4	0	8	0	0	0	0	0	4	1	5	13
15010300808	Forno da Cal		3	0	2	1	2	14	9	31	0	1	0	2	2	19	11	35	66
15010300821			1	0	2	1	2	5	5	16	0	0	0	2	1	5	3	11	27
15010300709	Zona Ribeirinha de Alcácer do Sal		0	0	0	1	1	14	14	30	0	0	0	0	3	25	19	47	77
15010100832			0	0	0	0	1	0	1	2	0	0	0	0	0	0	1	1	3
15010300714			0	1	0	2	1	11	4	19	3	2	2	1	0	13	11	32	51
15010300806			0	0	0	0	0	3	5	8	0	0	0	0	0	1	4	5	13
15010300712			5	1	0	2	1	22	8	39	1	7	2	3	4	24	7	48	87
15010300713			0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
15010300804			0	1	0	1	0	3	2	7	1	0	0	1	0	6	2	10	17
15010300708			0	0	0	2	0	3	1	6	0	0	0	0	0	3	3	6	12
15010300801			0	0	0	1	0	7	8	16	2	0	2	0	1	6	9	20	36
15010300711			3	3	2	1	4	21	6	40	3	3	2	0	1	25	8	42	82
15010300802			0	0	0	0	0	1	1	2	0	0	0	2	0	1	2	5	7
15010300805			0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
15010100715			0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

BGRI11	Aglomerado Populacional	Concelho (freguesia)	Residentes															
			Homens/idades								Mulheres/idades							
			0 a 4	5 a 9	10 a 13	14 a 19	20 a 24	25 a 64	Mais 65	Total	0 a 4	5 a 9	10 a 13	14 a 19	20 a 24	25 a 64	Mais 65	Total
15010300710	Zona Ribeirinha de Alcácer do Sal	Alcácer do Sal (União freg AS-SMCSS)	3	2	0	0	0	13	2	20	1	2	2	0	2	11	5	23
15010300707			0	2	1	2	5	7	1	18	2	3	1	0	1	9	3	19
15010300706			2	6	1	2	0	11	1	23	0	1	0	1	0	12	2	16
15010300803			0	1	1	2	2	16	5	27	0	0	0	0	0	19	5	24
15010100724			0	0	0	2	0	4	1	7	0	0	1	0	0	1	0	2
15010300704			2	0	1	2	2	8	3	18	0	0	1	1	0	10	3	15
15010100723			0	0	0	0	0	1	1	2	0	0	0	0	0	1	2	3
15010300702			1	0	2	0	0	5	3	11	0	0	2	0	0	7	5	14
15010100721			1	1	1	2	2	9	0	16	2	2	0	1	0	6	4	15
15010300705			0	0	0	0	0	4	2	6	0	0	0	2	1	8	4	15
15010100722			0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
15010100725			0	0	0	1	1	3	2	7	0	1	0	1	0	2	1	5
15010100719			0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
15010100720			0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
15010300622			0	0	0	0	0	2	0	2	0	0	0	0	0	3	2	5
15010100810			0	0	1	0	1	6	0	8	2	0	0	0	1	3	4	10
15010300620			0	1	0	0	2	10	4	17	2	0	0	0	1	15	7	25
15010100705			1	5	0	2	1	13	0	22	3	3	1	2	1	17	0	27
15010100711			1	2	1	2	1	15	1	23	1	2	1	1	2	15	3	25
15010100710			0	0	0	1	0	7	0	8	0	0	0	1	3	5	1	10
15010100709			0	0	2	2	0	6	1	11	0	0	0	3	1	10	0	14
15010100707			2	0	1	1	2	12	2	20	0	2	0	0	1	6	6	15

Aplicação dos SIG no desenvolvimento de Metodologia para a Delimitação e Tipificação das Zonas de intervenção Operacional em Barragens de Classe I

BGRI11	Aglomerado Populacional	Concelho (freguesia)	Residentes																
			Homens/idades							Mulheres/idades								Total	
			0 a 4	5 a 9	10 a 13	14 a 19	20 a 24	25 a 64	Mais 65	Total	0 a 4	5 a 9	10 a 13	14 a 19	20 a 24	25 a 64	Mais 65		Total
15010100718	Zona Ribeirinha de Alcácer do Sal	Alcácer do Sal (União freg AS-SMCSSS)	2	3	0	2	0	14	5	26	0	0	0	1	1	11	11	24	50
15010100809			0	0	0	0	1	3	3	7	0	0	0	0	0	2	3	5	12
15010100713			0	0	0	0	0	2	0	2	0	0	0	0	0	4	2	6	8
15010300614			0	0	0	0	0	7	3	10	1	0	0	1	1	8	10	21	31
15010100806			1	1	0	2	0	6	2	12	0	0	0	1	3	8	4	16	28
15010100802			4	5	1	0	0	0	0	10	5	2	0	0	0	2	0	9	19
15010100805			0	1	1	0	0	4	1	7	0	1	0	1	1	5	6	14	21
15010300621			0	2	0	0	0	3	1	6	0	0	2	1	0	4	1	8	14
15010300620			0	1	0	0	2	10	4	17	2	0	0	0	1	15	7	25	42
15010100703			4	1	2	0	1	8	2	18	0	1	0	1	0	14	3	19	37
15010300610			0	0	0	0	0	1	1	2	0	0	0	0	0	2	4	6	8
15010300615			0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1
15010100324	Monteira		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
15010100413	Moinho da Ordem		0	0	1	3	1	9	0	14	1	2	1	2	1	8	0	15	29
15010100701	Zona Ribeirinha de Alcácer do Sal		1	0	0	0	1	4	3	9	0	0	0	0	1	3	1	5	14
15010100305			0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	1	1	0	2	3
15010100304			0	0	0	0	0	13	3	16	0	1	2	2	1	9	4	19	35
15010100126	Vale da Gran		2	0	1	3	2	10	10	28	2	3	0	0	4	16	8	33	61
15010100223	Monte da Fazenda		1	0	0	0	1	7	4	13	0	1	2	0	2	5	4	14	27
15010100223	Montevil		1	0	0	0	1	7	4	13	0	1	2	0	2	5	4	14	27
15010100212			0	0	0	0	1	5	3	9	3	2	0	0	1	5	3	14	23
15010100211	Monte Novo do Sul		0	0	0	1	0	8	1	10	0	0	0	0	2	7	2	11	21



BGRI11	Aglomerado Populacional	Concelho (freguesia)	Residentes																	
			Homens/idades								Mulheres/idades								Total	
			0 a 4	5 a 9	10 a 13	14 a 19	20 a 24	25 a 64	Mais 65	Total	0 a 4	5 a 9	10 a 13	14 a 19	20 a 24	25 a 64	Mais 65	Total		
15010600201	Murta	Alcácer do Sal (Comporta)	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	1	1	2	3	
15010100210	Quinta do Ouvidor	Alcácer do Sal (União freg AS-SMCSSS)	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	
15010100206	Monte Novo da Palma		0	1	0	0	1	6	2	10	0	0	0	0	1	5	7	13	23	
15010100205			0	1	0	0	3	8	2	14	0	1	0	2	0	11	6	20	34	
15010100222			0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
TOTAL										1161									1259	2420

**Tabela II.3** - Número de indivíduos presentes afetados pela inundação em cada subsecção estatística da BGRI

BGRI11	Aglomerado Populacional	Concelho (freguesia)	Indivíduos presentes		
			Total	Homens	Mulheres
02080400203	Monte das Arramadas	Ferreira do Alentejo (Odivelas)	0	0	0
02080400201	Horta do Adelino		3	1	2
02080400109	Odivelas		3	2	1
02080400201	Vivenda Açude		3	1	2
02080400228	Monte das Almas		14	9	5
02080400104	Odivelas		1	0	1
02080400107			20	10	10
02080400106			11	6	5
02080400102			16	11	5
02080400105			3	2	1
02080400103			8	3	5

BGRI11	Aglomerado Populacional	Concelho (freguesia)	Indivíduos presentes		
			Total	Homens	Mulheres
02080400202	Lugar N2	Ferreira do Alentejo (Odivelas)	0	0	0
02080400228	Odivelas		14	9	5
02080400129	Monte do Aníbal		14	8	6
02080400129	Vale Barroso		14	8	6
02080400129	Caneiras do Roxo		14	8	6
02080400128	Caneirinhas		0	0	0
02080300145	Santo Tirso	Ferreira do Alentejo (Figueira de Cavaleiros)	0	0	0
15050100113	Herdade do Pinheiro	Grândola (Azinheira Barros S Mamede Sádão)	2	1	1
15050100114	Pintos		6	4	2
15050100114	Nogueirinha		6	4	2
15050100115	Parreirinha		4	1	3
15050100116	Assencada		0	0	0
15050100116	Monte da Tojeira		0	0	0
02080300120	Santa Margarida do Sado	Ferreira do Alentejo (Figueira Cavaleiros)	9	4	5
02080300114			0	0	0
02080300111			30	14	16
02080300108			10	5	5
02080300107			15	6	9
02080300105			6	3	3
02080300104			13	6	7
02080300103			9	4	5
02080300102			31	16	15
02080300101			2	2	0
02080300128			5	2	3
02080300124			16	9	7
15050100113	Porto Carvalho	Grândola (Azinheira Barros S Mamede Sádão)	2	1	1
15010400611	Aldeia de Rio de Moinhos	Alcácer do Sal (Torrão)	5	3	2
15010400618			5	2	3
15010400617			28	13	15
15010400616			8	3	5
15010400609			8	4	4
15010400612			0	0	0
15010400604			22	11	11
15010400603			1	0	1
15010400601	Monte da Quinta de D. Rodrigo		3	2	1

BGRI11	Aglomerado Populacional	Concelho (freguesia)	Indivíduos presentes			
			Total	Homens	Mulheres	
15010400634	São Romão do Sado	Alcácer do Sal (Torrão)	0	0	0	
15010400221			5	2	3	
15010400220			3	1	2	
15010400634	Vale de Romeiras		0	0	0	
15010400232	São Romão do Sado		12	7	5	
15010400232	Porto Carro		12	7	5	
15010400232	Monte do Vale de Lachique		12	7	5	
15010400232	Portancho de Baixo		12	7	5	
15010400234	Monte da Herdade dos Frades		14	7	7	
15010400232	Benegazil		12	7	5	
15010400219	Palhota		18	9	9	
15010400219	Monte das Parchanas		18	9	9	
15010400217	Monte da Casa Branca		16	6	10	
15010400216	Monte de São Bento		9	4	5	
15010400225	Portinho		4	2	2	
15010400227	Monte do Porto Rei		6	3	3	
15010400225	Monte das Malhadas		4	2	2	
15010400227	Redarcos		6	3	3	
15010400227	Crujeira		6	3	3	
15010400227	Vale de Lobos		Alcácer do Sal (União freg AS - SMCSSS <sup>15</sup> )	6	3	3
15010300522				3	2	1
15010300522	Porches			3	2	1
15010300522	Casa do Cantoneiro			3	2	1
15010300522	Porto Novo	3		2	1	
15010300514	Vale de Guiso	6		2	4	
15010300516		13		6	7	
15010300513		12		4	8	
15010300511	Arez	2		1	1	
15010300504		8		3	5	
15010300501		40		21	19	
15010300503		13		5	8	
15010300522	Arouca	3		2	1	
15010300823	Andives	12		7	5	

<sup>15</sup> União freg. AS – SMCSSS (União das Freguesias de Alcácer do Sal (Santa Maria do Castelo e Santiago) e Santa Susana).

BGRI11	Aglomerado Populacional	Concelho (freguesia)	Indivíduos presentes		
			Total	Homens	Mulheres
15010300823	Sapalinho	Alcácer do Sal (União freg AS-SMCSSS)	12	7	5
15010300822	Arapouco		0	0	0
15010300821	Lezíria		27	16	11
15010300822	Barrosinha		0	0	0
15010300116			25	14	11
15010300115	Barrosinha		0	0	0
15010300227	Foz		29	13	16
15010300807	Quinta da Palmeira		5	4	1
15010300215			14	7	7
15010300121	Sitímos		11	7	4
15010300808	Forno da Cal		64	31	33
15010300821			27	16	11
15010300709	Zona Ribeirinha de Alcácer do Sal		75	32	43
15010100832			3	2	1
15010300714			51	20	31
15010300806			13	8	5
15010300712			82	36	46
15010300713			0	0	0
15010300804			16	7	9
15010300708			15	8	7
15010300801			34	14	20
15010300711			73	34	39
15010300802			6	2	4
15010300805			0	0	0
15010100715			0	0	0
15010300710			41	20	21
15010300707			31	15	16
15010300706			40	24	16
15010300803			51	27	24
15010100724			8	6	2
15010300704			29	15	14
15010100723			4	2	2
15010300702			23	9	14
15010100721			31	16	15
15010300705			20	6	14

BGRI11	Aglomerado Populacional	Concelho (freguesia)	Indivíduos presentes		
			Total	Homens	Mulheres
15010100722	Zona Ribeirinha de Alcácer do Sal	Alcácer do Sal (União freg AS-SMCSSS)	0	0	0
15010100725			10	5	5
15010100719			0	0	0
15010100720			0	0	0
15010300622			8	4	4
15010100810			15	6	9
15010300620			35	12	23
15010100705			50	23	27
15010100711			44	22	22
15010100710			17	8	9
15010100709			24	11	13
15010100707			35	20	15
15010100718			50	26	24
15010100809			14	7	7
15010100713			8	2	6
15010300614			29	9	20
15010100806			27	12	15
15010100802			17	10	7
15010100805			18	6	12
15010300621			11	4	7
15010300620			35	12	23
15010100703			31	15	16
15010300610			6	1	5
15010300615			2	2	0
15010100324	Monteira		0	0	0
15010100413	Moinho da Ordem		26	14	12
15010100701	Zona Ribeirinha de Alcácer do Sal		14	9	5
15010100305			3	1	2
15010100304			30	15	15
15010100126	Vale da Gran		61	28	33
15010100223	Monte da Fazenda		27	14	13
15010100223	Montevil		27	14	13
15010100212			23	9	14
15010100211	Monte Novo do Sul		20	9	11
15010600201	Murta	Alcácer do Sal (Comporta)	3	1	2

BGRI11	Aglomerado Populacional	Concelho (freguesia)	Indivíduos presentes		
			Total	Homens	Mulheres
15010100210	Quinta do Ouvidor	Alcácer do Sal (União freg AS-SMCSSS)	1	1	0
15010100206	Monte Novo da Palma		22	9	13
15010100205			34	14	20
15010100222			0	0	0
TOTAL			2317	1119	1198

**Tabela II.4 - Número de alojamentos afetados pela inundação em cada subsecção estatística da BGRI**

BGRI11	Aglomerado Populacional	Concelho (freguesia)	Alojamentos	
			Familiar Clássico	Coletivo
02080400203	Monte das Arramadas	Ferreira do Alentejo (Odivelas)	1	0
02080400201	Horta do Adelino		2	0
02080400109	Odivelas		6	0
02080400201	Vivenda Açude		2	0
02080400228	Monte das Almas		26	0
02080400104	Odivelas		1	0
02080400107			11	0
02080400106			7	0
02080400102			3	1
02080400105			6	0
02080400103			7	0
02080400202	Lugar N2		1	0
02080400228	Odivelas		26	0
02080400129	Monte do Aníbal		27	0
02080400129	Vale Barroso		27	0
02080400129	Caneiras do Roxo		27	0
02080400128	Caneirinhas		3	0
02080300145	Santo Tirso	Ferreira do Alentejo (Figueira de Cavaleiros)	2	0
15050100113	Herdade do Pinheiro	Grândola (Azinheira Barros S Mamede Sádão)	4	0
15050100114	Pintos		11	0
15050100114	Nogueirinha		11	0
15050100115	Parreirinha		12	0
15050100116	Assencada		17	0
15050100116	Monte da Tojeira		17	0

BGRI11	Agglomerado Populacional	Concelho (freguesia)	Alojamentos			
			Familiar Clássico	Coletivo		
02080300120	Santa Margarida do Sado	Ferreira do Alentejo (Figueira Cavaleiros)	4	0		
02080300114			0	0		
02080300111			10	0		
02080300108			6	0		
02080300107			8	0		
02080300105			17	0		
02080300104			13	0		
02080300103			6	0		
02080300102			30	0		
02080300101			6	0		
02080300128			2	0		
02080300124			6	0		
15050100113			Porto Carvalho	Grândola (Azinheira Barros S Mamede Sádão)	4	0
15010400611			Aldeia de Rio de Moinhos	Alcácer do Sal (Torrão)	20	0
15010400618	9	0				
15010400617	22	0				
15010400616	11	0				
15010400609	7	0				
15010400612	0	0				
15010400604	9	0				
15010400603	1	0				
15010400601	Monte da Quinta de D. Rodrigo	18			0	
15010400634	São Romão do Sado	5	0			
15010400221		9	0			
15010400220		11	0			
15010400634		5	0			
15010400232	São Romão do Sado	11	0			
15010400232	Porto Carro	11	0			
15010400232	Monte do Vale de Lachique	11	0			
15010400232	Portancho de Baixo	11	0			
15010400234	Monte da Herdade dos Frades	7	0			
15010400232	Benegazil	11	0			
15010400219	Palhota	28	0			
15010400219	Monte das Parchanas	28	0			
15010400217	Monte da Casa Branca	11	0			

BGRI11	Agglomerado Populacional	Concelho (freguesia)	Alojamentos	
			Familiar Clássico	Coletivo
15010400216	Monte de São Bento	Alcácer do Sal (Torrão)	11	0
15010400225	Portinho		10	0
15010400227	Monte do Porto Rei		4	0
15010400225	Monte das Malhadas		10	0
15010400227	Redarcos		4	0
15010400227	Crujeira		4	0
15010400227	Vale de Lobos		Alcácer do Sal (União freg AS - SMCSSS <sup>16</sup> )	4
15010300522		26		0
15010300522	Porches	26		0
15010300522	Casa do Cantoneiro	26		0
15010300522	Porto Novo	26		0
15010300514	Vale de Guiso	12		0
15010300516		12		0
15010300513		13		0
15010300511	Arez	4		0
15010300504		12		0
15010300501		22		0
15010300503		6		0
15010300522	Arouca	26		0
15010300823	Andives	19		0
15010300823	Sapalinho	19		0
15010300822	Arapouco	8		0
15010300821	Lezíria	17		0
15010300822	Barrosinha	8		0
15010300116		27		1
15010300115		6		0
15010300227	Foz	14		0
15010300807	Quinta da Palmeira	1		0
15010300215	Quinta da Palmeira	15		0
15010300121	Sítimos	23		0
15010300808	Forno da Cal	35		0
15010300821		17		0
15010300709	Zona Ribeirinha de Alcácer do Sal	33	2	

<sup>16</sup> União freg. AS – SMCSSS (União das Freguesias de Alcácer do Sal (Santa Maria do Castelo e Santiago) e Santa Susana).



BGRI11	Agglomerado Populacional	Concelho (freguesia)	Alojamentos	
			Familiar Clássico	Coletivo
15010100832	Zona Ribeirinha de Alcácer do Sal	Alcácer do Sal (União freg AS-SMCSSS)	2	0
15010300714			30	0
15010300806			11	0
15010300712			48	1
15010300713			0	0
15010300804			8	0
15010300708			14	0
15010300801			15	0
15010300711			37	0
15010300802			4	1
15010300805			0	0
15010100715			0	0
15010300710			33	0
15010300707			17	0
15010300706			16	0
15010300803			26	0
15010100724			18	0
15010300704			18	0
15010100723			7	0
15010300702			17	1
15010100721			16	0
15010300705			11	0
15010100722			0	0
15010100725			9	0
15010100719			0	0
15010100720			0	0
15010300622			10	0
15010100810			15	0
15010300620			35	2
15010100705			26	0
15010100711			18	0
15010100710			20	0
15010100709			17	0
15010100707			28	0
15010100718			21	0

BGRI11	Aglomerado Populacional	Concelho (freguesia)	Alojamentos		
			Familiar Clássico	Coletivo	
15010100809	Zona Ribeirinha de Alcácer do Sal	Alcácer do Sal (União freg AS-SMCSSS)	15	0	
15010100713			8	0	
15010300614			37	0	
15010100806			17	0	
15010100802			7	1	
15010100805			22	0	
15010300621			12	0	
15010300620			35	2	
15010100703			14	0	
15010300610			10	0	
15010300615			0	1	
15010100324			Monteira	14	0
15010100413			Moinho da Ordem	34	0
15010100701	Zona Ribeirinha de Alcácer do Sal	8	0		
15010100305		4	0		
15010100304		21	0		
15010100126	Vale da Gran	43	0		
15010100223	Monte da Fazenda	16	0		
15010100223	Montevil	16	0		
15010100212		16	0		
15010100211	Monte Novo do Sul	25	0		
15010600201	Murta	Alcácer do Sal (Comporta)	13	0	
15010100210	Quinta do Ouvidor	Alcácer do Sal (União freg AS-SMCSSS)	1	0	
15010100206	Monte Novo da Palma		24	0	
15010100205			22	0	
15010100222			6	0	
TOTAL			2112	13	

**Tabela II.5** - Estimativa do número de residentes, indivíduos presentes, alojamentos e edifícios ao nível da subsecção estatística da BGRI

BGRI11	Aglomerado Populacional	Concelho (freguesia)	Edifícios afetados	Total edifícios	Estimativa				
					Residentes	Indivíduos presentes	Alojamentos familiares	Alojamentos coletivos	
02080400203	Monte das Arramadas	Ferreira do Alentejo (Odivelas)	1	1	0	0	1	0	
02080400201	Horta do Adelino		2	2	3	3	2	0	
02080400109	Odivelas		6	6	3	3	6	0	
02080400201	Vivenda Açude		2	2	3	3	2	0	
02080400228	Monte das Almas		11	25	6	6	11	0	
02080400104	Odivelas		1	1	1	1	1	0	
02080400107			1	11	2	2	1	0	
02080400106			1	7	22	2	1	0	
02080400102			4	4	12	16	3	1	
02080400105			1	6	1	1	1	0	
02080400103			7	7	8	8	7	0	
02080400202	Lugar N2		1	1	0	0	1	0	
02080400228	Odivelas		11	25	6	6	11	0	
02080400129	Monte do Aníbal		8	27	4	4	8	0	
02080400129	Vale Barroso		8	27	4	4	8	0	
02080400129	Caneiras do Roxo		8	27	4	4	8	0	
02080400128	Caneirinhas		1	3	0	0	1	0	
02080300145	Santo Tirso		Ferreira do Alentejo (Figueira de Cavaleiros)	1	2	0	0	1	0
15050100113	Herdade do Pinheiro		Grândola (Azinheira Barros S Mamede Sádão)	4	4	2	2	4	0
15050100114	Pintos			11	11	6	6	11	0
15050100114	Nogueirinha	11		11	6	6	11	0	
15050100115	Parreirinha	4		12	2	1	4	0	
15050100116	Assencada	6		17	0	0	6	0	
15050100116	Monte da Tojeira	6		17	0	0	6	0	
02080300120	Santa Margarida do Sado	Ferreira do Alentejo (Figueira Cavaleiros)	4	4	9	9	4	0	
02080300114			0	0	0	0	0	0	
02080300111			4	7	17	17	6	0	
02080300108			4	6	7	7	4	0	
02080300107			4	7	8	9	5	0	
02080300105			5	17	2	2	5	0	
02080300104			8	13	8	8	8	0	

BGRI11	Agglomerado Populacional	Concelho (freguesia)	Edifícios afetados	Total edifícios	Estimativa			
					Residentes	Indivíduos presentes	Alojamentos familiares	Alojamentos coletivos
02080300103	Santa Margarida do Sado	Ferreira do Alentejo (Figueira Cavaleiros)	5	6	8	8	5	0
02080300102			7	30	8	7	7	0
02080300101			3	6	1	1	3	0
02080300128			1	1	5	5	2	0
02080300124			6	6	16	16	6	0
15050100113	Porto Carvalho	Grândola (Azinheira Barros S Mamede Sádão)	4	4	2	2	4	0
15010400611	Aldeia de Rio de Moinhos	Alcácer do Sal (Torrão)	3	20	1	1	3	0
15010400618			3	9	3	2	3	0
15010400617			20	20	30	28	22	0
15010400616			10	11	8	7	10	0
15010400609			7	7	8	8	7	0
15010400612			0	0	0	0	0	0
15010400604			2	9	5	5	2	0
15010400603			1	1	1	1	1	0
15010400601			Monte da Quinta de D. Rodrigo	9	9	3	3	18
15010400634	São Romão do Sado		2	2	0	0	5	0
15010400221			8	9	4	4	8	0
15010400220			11	11	3	3	11	0
15010400634	Vale de Romeiras		2	2	0	0	5	0
15010400232	São Romão do Sado		6	6	12	12	11	0
15010400232	Porto Carro		6	6	12	12	11	0
15010400232	Monte do Vale de Lachique		6	6	12	12	11	0
15010400232	Portancho de Baixo		6	6	12	12	11	0
15010400234	Monte da Herdade dos Frades		5	5	14	14	7	0
15010400232	Benegazil		6	6	12	12	11	0
15010400219	Palhota		16	16	18	18	28	0
15010400219	Monte das Parchanas		16	16	18	18	28	0
15010400217	Monte da Casa Branca		10	10	16	16	11	0
15010400216	Monte de São Bento		3	5	5	5	7	0
15010400225	Portinho		2	6	1	1	3	0
15010400227	Monte do Porto Rei		3	3	6	6	4	0

BGRI11	Aglomerado Populacional	Concelho (freguesia)	Edifícios afetados	Total edifícios	Estimativa			
					Residentes	Indivíduos presentes	Alojamentos familiares	Alojamentos coletivos
15010400225	Monte das Malhadas	Alcácer do Sal (Torrão)	2	6	1	1	3	0
15010400227	Redarcos		3	3	6	6	4	0
15010400227	Crujeira		3	3	6	6	4	0
15010400227	Vale de Lobos	Alcácer do Sal (União freg AS - SMCSSS <sup>17</sup> )	3	3	6	6	4	0
15010300522			11	11	3	3	26	0
15010300522	Porches		11	11	3	3	26	0
15010300522	Casa do Cantoneiro		11	11	3	3	26	0
15010300522	Porto Novo		11	11	3	3	26	0
15010300514	Vale de Guiso		2	12	1	1	2	0
15010300516			1	12	1	1	1	0
15010300513			11	13	10	10	11	0
15010300511	Arez		3	4	2	2	3	0
15010300504			9	12	6	6	9	0
15010300501			7	21	15	13	7	0
15010300503			5	5	13	13	6	0
15010300522	Arouca		11	11	3	3	26	0
15010300823	Andives		10	10	12	12	19	0
15010300823	Sapalinho		10	10	12	12	19	0
15010300822	Arapouco		4	4	0	0	8	0
15010300821	Lezíria		16	16	27	27	17	0
15010300822	Barrosinha		4	4	0	0	8	0
15010300116			3	27	3	3	3	0
15010300115			4	6	0	0	4	0
15010300227	Foz		11	11	29	29	14	0
15010300807	Quinta da Palmeira		1	1	5	5	1	0
15010300215			11	15	12	10	11	0
15010300121	Sitímos		2	16	2	1	3	0
15010300808	Forno da Cal		4	32	8	8	4	0
15010300821			16	16	27	27	17	0
15010300709	Zona Ribeirinha de Alcácer do Sal		9	9	77	75	33	2
15010100832			2	2	3	3	2	0
15010300714			14	14	51	51	30	0
15010300806			1	1	13	13	11	0

<sup>17</sup> União freg. AS – SMCSSS (União das Freguesias de Alcácer do Sal (Santa Maria do Castelo e Santiago) e Santa Susana).

BGRI11	Aglomerado Populacional	Concelho (freguesia)	Edifícios afetados	Total edifícios	Estimativa			
					Residentes	Indivíduos presentes	Alojamentos familiares	Alojamentos coletivos
15010300712	Zona Ribeirinha de Alcácer do Sal	Alcácer do Sal (União freg AS-SMCSSS)	21	21	87	82	48	1
15010300713			0	0	0	0	0	0
15010300804			6	8	13	12	6	0
15010300708			11	11	12	15	14	0
15010300801			13	13	36	34	15	0
15010300711			15	15	82	73	37	0
15010300802			5	5	7	6	4	1
15010300805			0	0	0	0	0	0
15010100715			0	0	0	0	0	0
15010300710			16	21	33	31	25	0
15010300707			13	13	37	31	17	0
15010300706			5	5	39	40	16	0
15010300803			5	5	51	51	26	0
15010100724			1	1	9	8	18	0
15010300704			5	15	11	10	6	0
15010100723			1	1	5	4	7	0
15010300702			8	11	18	17	12	1
15010100721			9	9	31	31	16	0
15010300705			7	7	21	20	11	0
15010100722			0	0	0	0	0	0
15010100725			4	6	8	7	6	0
15010100719			0	0	0	0	0	0
15010100720			0	0	0	0	0	0
15010300622			4	6	5	5	7	0
15010100810			8	8	18	15	15	0
15010300620			15	24	26	22	22	1
15010100705			6	6	49	50	26	0
15010100711			7	7	48	44	18	0
15010100710			7	7	18	17	20	0
15010100709			5	5	25	24	17	0
15010100707			2	19	4	4	3	0
15010100718			4	14	14	14	6	0
15010100809			7	7	12	14	15	0
15010100713			2	8	2	2	2	0
15010300614			1	27	1	1	1	0

BGRI11	Aglomerado Populacional	Concelho (freguesia)	Edifícios afetados	Total edifícios	Estimativa				
					Residentes	Indivíduos presentes	Alojamentos familiares	Alojamentos coletivos	
15010100806	Zona Ribeirinha de Alcácer do Sal	Alcácer do Sal (União freg AS-SMCSSS)	7	12	16	16	10	0	
15010100802			3	5	11	10	4	1	
15010100805			2	9	5	4	5	0	
15010300621			9	11	12	9	10	0	
15010300620			15	24	26	22	22	1	
15010100703			1	8	5	4	2	0	
15010300610			3	6	4	3	5	0	
15010300615			1	1	1	2	0	1	
15010100324			Monteira	4	12	0	0	5	0
15010100413	Moinho da Ordem		9	34	8	7	9	0	
15010100701	Zona Ribeirinha de Alcácer do Sal		3	5	8	9	5	0	
15010100305			4	4	3	3	4	0	
15010100304			8	15	19	16	11	0	
15010100126	Vale da Gran		4	38	6	6	5	0	
15010100223	Monte da Fazenda		14	15	25	25	15	0	
15010100223	Montevil		14	15	25	25	15	0	
15010100212			2	8	6	6	4	0	
15010100211	Monte Novo do Sul		21	24	18	18	22	0	
15010600201	Murta		Alcácer do Sal (Comporta)	13	13	3	3	13	0
15010100210	Quinta do Ouvidor		Alcácer do Sal (União freg AS-SMCSSS)	1	1	1	1	1	0
15010100206	Monte Novo da Palma	23		23	23	22	24	0	
15010100205		2		21	3	3	2	0	
15010100222		6		6	0	0	6	0	
		TOTAL	943	1522	1703	1623	1436	10	





### **ANEXO III**

#### **(Ponderações atribuídas)**



**Tabela III.1** - Ponderações atribuídas à COS (2007) para o modelo de atrito

Classe	Ponderação atribuída à ZCL (1-100)
Florestas de azinheira com folhosas	100
Aceiros e/ou corta-fogos	2
Aeródromos	1
Agricultura com espaços naturais e seminaturais	25
Áreas em construção	100
Arrozais	100
Canais artificiais	1000000
Cemitérios	1000000
Charcas	1000000
Comércio	85
Cortes rasos de florestas de azinheira	90
Cortes rasos de florestas de eucalipto	90
Cortes rasos de florestas de pinheiro bravo	90
Cortes rasos de florestas de pinheiro manso	90
Culturas temporárias de regadio	30
Culturas temporárias de sequeiro	20
Culturas temporárias regadio tipo olival	30
Culturas temporárias sequeiro tipo olival	20
Cursos de água naturais	1000000
Equipamentos públicos e privados	10
Estrutura de captação, tratamento/abastecimento de águas para consumo	1000000
Estufas e Viveiros	1000000
Florestas abertas de azinheira	70
Florestas abertas de azinheira com folhosas	70
Florestas abertas de azinheira com resinosas	70
Florestas abertas de eucalipto	70
Florestas abertas de eucalipto com folhosas	70
Florestas abertas de eucalipto com resinosas	70
Florestas abertas de misturas folhosas resinosas	70
Florestas abertas de misturas resinosas folhosas	70
Florestas abertas de outra folhosa com folhosas	70
Florestas abertas de outras folhosas	70
Florestas abertas de pinheiro bravo	70
Florestas abertas de pinheiro bravo com resinosas	70
Florestas abertas de pinheiro bravo folhosas	70
Florestas abertas de pinheiro manso	70
Florestas abertas de pinheiro manso com resinosas	70
Florestas abertas de pinheiro manso folhosas	70
Florestas abertas de sobreiro	70
Florestas abertas de sobreiro com folhosas	70
Florestas abertas de sobreiro com resinosas	70
Florestas de azinheira	100

Classe	Ponderação atribuída à ZCL (1-100)
Florestas de azinheira com resinosas	100
Florestas de espécies invasoras	100
Florestas de espécies invasoras com folhosas	100
Florestas de eucalipto	100
Florestas de eucalipto com folhosas	100
Florestas de eucalipto com resinosas	100
Florestas de misturas de folhosas com resinosas	100
Florestas de misturas de resinosas com folhosas	100
Florestas de outra folhosa com folhosas	100
Florestas de outra folhosa com resinosas	100
Florestas de outras folhosas	100
Florestas de pinheiro bravo	100
Florestas de pinheiro bravo com folhosas	100
Florestas de pinheiro bravo com resinosas	100
Florestas de pinheiro manso	100
Florestas de pinheiro manso com folhosas	100
Florestas de pinheiro manso com resinosas	100
Florestas de sobreiro	100
Florestas de sobreiro com folhosas	100
Florestas de sobreiro com resinosas	100
Indústria	100
Infraestruturas de tratamento resíduos águas residuais	1000000
Infraestruturas de produção de energia renovável	1000000
Infraestruturas produção energia n renovável	1000000
Instalações agrícolas	85
Lagos e lagoas interiores artificiais	1000000
Lagos e lagoas interiores naturais	1000000
Matos densos	1000000
Matos pouco densos	20
Novas plantações de florestas de azinheira	50
Novas plantações de florestas de eucalipto	50
Novas plantações de florestas de pinheiro bravo	50
Novas plantações de florestas de pinheiro manso	50
Novas plantações de florestas de sobreiro	50
Olivais	20
Outras instalações desportivas	100
Outros equipamentos de lazer	100
Parques de campismo	15
Parques e jardins	5
Pastagens associadas a olival	30
Pastagens permanentes	20
Pauis	1000000
Pedreiras	100
Pomares de citrinos	20

Classe	Ponderação atribuída à ZCL (1-100)
Pomares de frutos frescos	20
Praias, dunas e areais interiores	1000000
Rede ferroviária e espaços associados	1
Rede viária e espaços associados	1
Reservatórios de barragens	1000000
Reservatórios de represas ou de açudes	1000000
SAF azinheira, culturas temporárias de sequeiro	40
SAF de azinheira com culturas permanentes	55
SAF de azinheira com pastagens	55
SAF de azinheira, culturas temporárias de regadio	55
SAF de outras espécies com pastagens	45
SAF de outras misturas com pastagens	45
SAF de pinheiro manso com culturas permanentes	55
SAF de pinheiro manso com pastagens	45
SAF de sobreiro com azinheira com pastagens	45
SAF de sobreiro com culturas permanentes	55
SAF de sobreiro com pastagens	45
SAF outras misturas, culturas permanentes	55
SAF pinheiro manso, culturas temporárias sequeiro	40
SAF sobreiro, azinheira com culturas permanentes	55
SAF sobreiro, azinheira e culturas temporário sequeiro	40
SAF sobreiro, culturas temporárias de regadio	55
SAF sobreiro, culturas temporárias de sequeiro	40
Salinas	1000000
Sapais	1000000
Sistemas culturais e parcelares complexos	70
Tecido urbano contínuo horizontal	20
Tecido urbano descontínuo	20
Tecido urbano descontínuo esparso	10
Turfeiras	1000000
Vegetação esclerófita densa	1000000
Vegetação esclerófita pouco densa	50
Vegetação esparsa	20
Vegetação herbácea natural	20
Vinhas	15
Viveiros florestais	100

**Tabela III.2** - Ponderações atribuídas à COS (2007) para o modelo de aptidão

Classe	Ponderação atribuída a cada zona (0-100)		
	ZCL	ZCAP/ ZCR	ZRnM
Florestas de azinheira com folhosas	0	0	0
Aceiros e/ou corta-fogos	60	55	40

Classe	Ponderação atribuída a cada zona (0-100)		
	ZCL	ZCAP/ ZCR	ZRnM
Aeródromos	95	75	20
Agricultura com espaços naturais e seminaturais	50	40	45
Áreas em construção	0	0	0
Arrozais	0	0	0
Canais artificiais	0	0	0
Cemitérios	0	0	100
Charcas	0	0	0
Comércio	80	70	70
Cortes rasos de florestas de azinheira	0	0	0
Cortes rasos de florestas de eucalipto	0	0	0
Cortes rasos de florestas de pinheiro bravo	0	0	0
Cortes rasos de florestas de pinheiro manso	0	0	0
Culturas temporárias de regadio	20	10	10
Culturas temporárias de sequeiro	75	80	60
Culturas temporárias regadio tipo olival	30	10	10
Culturas temporárias sequeiro tipo olival	70	40	25
Cursos de água naturais	0	0	0
Equipamentos públicos e privados	90	50	75
Estrutura de captação, tratamento/abastecimento de águas para consumo	15	25	20
Estufas e Viveiros	0	0	0
Florestas abertas de azinheira	10	10	10
Florestas abertas de azinheira com folhosas	10	10	10
Florestas abertas de azinheira com resinosas	10	10	10
Florestas abertas de eucalipto	10	10	10
Florestas abertas de eucalipto com folhosas	10	10	10
Florestas abertas de eucalipto com resinosas	10	10	10
Florestas abertas de misturas folhosas resinosas	10	10	10
Florestas abertas de misturas resinosas folhosas	10	10	10
Florestas abertas de outra folhosa com folhosas	10	10	10
Florestas abertas de outras folhosas	10	10	10
Florestas abertas de pinheiro bravo	10	10	10
Florestas abertas de pinheiro bravo com resinosas	10	10	10
Florestas abertas de pinheiro bravo folhosas	10	10	10
Florestas abertas de pinheiro manso	10	10	10
Florestas abertas de pinheiro manso com resinosas	10	10	10
Florestas abertas de pinheiro manso folhosas	10	10	10
Florestas abertas de sobreiro	10	10	10
Florestas abertas de sobreiro com folhosas	10	10	10
Florestas abertas de sobreiro com resinosas	10	10	10
Florestas de azinheira	0	0	0
Florestas de azinheira com resinosas	0	0	0
Florestas de espécies invasoras	0	0	0
Florestas de espécies invasoras com folhosas	0	0	0

Classe	Ponderação atribuída a cada zona (0-100)		
	ZCL	ZCAP/ ZCR	ZRnM
Florestas de eucalipto	0	0	0
Florestas de eucalipto com folhosas	0	0	0
Florestas de eucalipto com resinosas	0	0	0
Florestas de misturas de folhosas com resinosas	0	0	0
Florestas de misturas de resinosas com folhosas	0	0	0
Florestas de outra folhosa com folhosas	0	0	0
Florestas de outra folhosa com resinosas	0	0	0
Florestas de outras folhosas	0	0	0
Florestas de pinheiro bravo	0	0	0
Florestas de pinheiro bravo com folhosas	0	0	0
Florestas de pinheiro bravo com resinosas	0	0	0
Florestas de pinheiro manso	0	0	0
Florestas de pinheiro manso com folhosas	0	0	0
Florestas de pinheiro manso com resinosas	0	0	0
Florestas de sobreiro	0	0	0
Florestas de sobreiro com folhosas	0	0	0
Florestas de sobreiro com resinosas	0	0	0
Indústria	0	0	0
Infraestruturas de tratamento resíduos águas residuais	10	10	10
Infraestruturas de produção de energia renovável	10	10	10
Infraestruturas produção energia n renovável	10	10	10
Instalações agrícolas	80	95	70
Lagos e lagoas interiores artificiais	0	0	0
Lagos e lagoas interiores naturais	0	0	0
Matos densos	0	0	0
Matos pouco densos	85	70	55
Novas plantações de florestas de azinheira	15	15	15
Novas plantações de florestas de eucalipto	15	15	15
Novas plantações de florestas de pinheiro bravo	15	15	15
Novas plantações de florestas de pinheiro manso	15	15	15
Novas plantações de florestas de sobreiro	15	15	15
Olivais	10	10	10
Outras instalações desportivas	95	80	50
Outros equipamentos de lazer	100	100	70
Parques de campismo	90	70	30
Parques e jardins	95	85	40
Pastagens associadas a olival	0	0	0
Pastagens permanentes	70	55	60
Pauis	0	0	0
Pedreiras	0	0	0
Pomares de citrinos	10	10	10
Pomares de frutos frescos	10	10	10
Praias, dunas e areais interiores	0	0	0

Classe	Ponderação atribuída a cada zona (0-100)		
	ZCL	ZCAP/ ZCR	ZRnM
Rede ferroviária e espaços associados	10	10	10
Rede viária e espaços associados	10	10	10
Reservatórios de barragens	0	0	0
Reservatórios de represas ou de açudes	0	0	0
SAF azinheira, culturas temporárias de sequeiro	35	35	35
SAF de azinheira com culturas permanentes	30	30	30
SAF de azinheira com pastagens	45	45	45
SAF de azinheira, culturas temporárias de regadio	25	25	25
SAF de outras espécies com pastagens	40	40	40
SAF de outras misturas com pastagens	40	40	40
SAF de pinheiro manso com culturas permanentes	25	25	25
SAF de pinheiro manso com pastagens	40	40	40
SAF de sobreiro com azinheira com pastagens	35	35	35
SAF de sobreiro com culturas permanentes	30	30	30
SAF de sobreiro com pastagens	40	40	40
SAF outras misturas, culturas permanentes	25	25	25
SAF pinheiro manso, culturas temporárias sequeiro	35	35	35
SAF sobreiro, azinheira com culturas permanentes	30	30	30
SAF sobreiro, azinheira e culturas temporário sequeiro	35	35	35
SAF sobreiro, culturas temporárias de regadio	25	25	25
SAF sobreiro, culturas temporárias de sequeiro	35	35	35
Salinas	0	0	0
Sapais	0	0	0
Sistemas culturais e parcelares complexos	0	0	0
Tecido urbano contínuo horizontal	65	90	80
Tecido urbano descontínuo	85	95	85
Tecido urbano descontínuo esparso	90	95	90
Turfeiras	0	0	0
Vegetação esclerófita densa	0	0	0
Vegetação esclerófita pouco densa	55	45	45
Vegetação esparsa	85	60	55
Vegetação herbácea natural	60	50	50
Vinhas	10	10	10
Viveiros florestais	0	0	0

**Tabela III.3** - Ponderações atribuídas aos elementos construídos para a localização da ZCL/ZCAP – Modelo de aptidão

Elementos construídos	Ponderação ZCL/ZCAP (0-100)
Mercado	70
Mercado Municipal	75
Recinto da Feira	70



Elementos construídos	Ponderação ZCL/ZCAP (0-100)
Estaleiro	70
Salão de Festas de FA	70
Centro Cultural Manuel da Fonseca (ATL)	65
Centro de Convívio de Reformados de FA	55
Casa Povo FA	60
Espaço Ruralidades	60
Centro de Convívio de Abegoaria	55
Asso Socio Cultural Gasparões e Aldeia Rouquenho	50
Polo Animação da Aldeia do Rouquenho	60
Polo Animação e Associação Dadores Sangue das Fortes	60
Centro de Recreio e Convívio das Olhas	55
Polo Anima Aldeia Ruins	60
Sociedade Recreativa Aldeia Ruins	50
Recinto Multiusos de Canhestros	70
Centro Cultural de Canhestros	65
Casa de Povo Peroguarda	60
Centro cultural Alfundão	65
Centro de Convívio Reformados Alfundão	55
Centro Cultural de Odivelas	65
Centro de Convívio de Odivelas	55
Centro de Convívio de Idosos Odivelas	55
Salão Festas e Casa Povo de Fig. de Cavaleiros	70
Centro Social de Santa Margarida do Sado	55
Campo de Futebol	80
Campo de Futebol	80
Pavilhão	90
Complexo Desportivo Municipal José Afonso	85
Parque Desportivo Municipal de Grândola	85
Campo de Futebol	80
Campo de Futebol	80
Pavilhão Multiusos	90
Campo de Futebol do Lousal	80
Campo de Futebol	80
Campo de jogos (junto a Mombeja)	80
Estádio Ferreira do Alentejo	85
Parque Jogos Ferreira Alentejo	80
Polidesportivo de Ferreira do Alentejo	85
Pavilhão de Desportos Ferreira Alentejo	90
Campo de Futebol de Ferreira do Alentejo	80
Campo de Futebol de Figueira de Cavaleiros	80
Polidesportivo de Figueira de Cavaleiros	85
Campo de Futebol da Azinheira	80
Polidesportivo de Santa Margarida do Sado	85
Polidesportivo de Canhestros	85
Polidesportivo de Olhas	85
Polidesportivo de Gasparões	85
Campo de Jogos de Peroguarda	80
Polidesportivo de Peroguarda	85
Campo de Jogos de Alfundão	80
Polidesportivo de Alfundão	85

Elementos construídos	Ponderação ZCL/ZCAP (0-100)
Campo de Jogos de Odivelas	80
Polidesportivo de Odivelas	85
Polidesportivo de Rio de Moinhos	85
Polidesportivo do Torrão	85
Campo de Futebol de Barreira Guedes	80
Campo de Futebol de Vale de Guizo	80
Polidesportivo Municipal de Foros de Albergaria	85
Campo de Futebol de Montevil	80
Polidesportivo Municipal de Montevil	85
Polidesportivo de Palma	85
Campo de Futebol Grupo Desportivo 1 Dezembro	80
Polidesportivo do GDR 1 Dezembro	85
Polidesportivo de Santa Catarina	85
Campo de Futebol de Santa Catarina	80
Campo de Futebol da Barrosinha	80
Polidesportivo Municipal do Bairro do Laranjal	85
Polidesportivo Municipal da Quintinha	85
Pavilhão Municipal de Alcácer do Sal	90
Estádio Municipal de Alcácer do Sal	85
Polidesportivo de Alcácer do Sal	85
Campo de Futebol do Bairro de São João	80
Campo de Futebol da Carrasqueira	80
Campo de Futebol da Comporta	80
Polidesportivo da Comporta	85
Polidesportivo do Bairro de São João	85
Centro Infantil Lousal	65
EB1 Lousal	75
JI Azinheira dos Barros	65
EB1/JI Aldeia Nova S. Lourenço	80
EB1 Cadoços	75
Escola Secundaria António Inácio da Cruz	90
Escola Profissional de Desenvolvimento Rural Grândola	85
JI Grândola n2	65
Agrupamento Vertical Escolas Grândola	80
EB1 Grândola	75
JI Grândola	65
Centro de Atividades Ocupacionais	60
Creche e Jardim de Infância de Grândola	65
Cercigrândola	65
EB1/JI Aldeia do Futuro	80
Centro Escolar do Carvalhal	60
Creche do Carvalhal Os Ursitos	65
EB1/JI Agua	80
EB1/JI Ameiras de Cima	80
EB1 Rio de Moinhos	75
JI do Centro Social Rio de Moinhos	65
JI Torrão	65
EB1 Torrão	75
EB2,3 Bernardim Ribeiro	75
EB1 Torrão	75

Elementos construídos	Ponderação ZCL/ZCAP (0-100)
EB1 Vale do Guizo	75
EB1 do Arez	75
JI Foros da Albergaria	65
EB1/JI Montevil	80
EB1 de Palma	75
EB1 Casebres	75
JI dos Casebres	65
JI Alcácer do Sal	65
JI n1 Alcácer do Sal	65
EB1 Alcácer do Sal	75
EB1,2 dos Açougues	75
EB1/JI do Morgadinho	80
Escola Secundaria Alcácer do Sal	90
EB 2,3 Pedro Nunes	75
JI Bairro do Olival Queimado	65
EB1 Olival Queimado	75
JI Santa Catarina	65
EB1/JI Carrasqueira	75
JI Comporta	65
EB1 Comporta	75
JI Odivelas	65
EB1 Odivelas	75
EB1,2 Figueira de Cavaleiros	75
JI Figueira de Cavaleiros	65
EB1 Figueira de Cavaleiros	75
Centro Infantil Ferreira do Alentejo	65
EB2,3 e Secundaria José Gomes Ferreira	75
EB1 Ferreira do Alentejo	75
EB1/JI Aldeia de Ruins	80
EB1/JI Canhestros	80
EB1/JI Fortes	80
JI Aldeia do Rouquenho	65
EB1 Gasparões	75
JI Intenerante Mombeja	65
EB1 Mombeja	75
EB1/JI Peroguarda	80
EB1/JI Alfundão	80
JI Alfundão	65
EB1/JI Santa Margarida do Sado	80
JI Santa Susana	65
Parque estacionamento	70
Parque de Campismo Municipal de Alcácer do Sal	80
Parque de Campismo de Melides	80
Parque de Campismo Praia de Galé	80
Residencial Santa Susana	90
Albergaria da Barrosinha	100
Residencial Flor	90
Solátia	90
A Cegonha	95
Pousada de Alcácer do Sal, Dom Afonso II	100

Elementos construídos	Ponderação ZCL/ZCAP (0-100)
Hotel Vale do Gaio	90
Herdade de Montalvo	100
Aldeamento Casas da Comporta	100
Hotel Comporta Village	100
Hotel o Gato ***	100
Monte da Azinheira Grande	90
Solar dos Viscondes - Turismo de Habitação	90
Retratos dos Memória	95
Casa Verde	90
Olival das Hortas	90
Monte do Cabeço de Ouro	90
Hotel Dom Jorge de Lencastre	100
Residencial Vila Morena	100
Residencial Paraíso do Alentejo	90
Pensão Pereira	90
Agroturismo Sesmarias dos Nobres	90
Pensão Fim do Mundo	95
Monte das Faias	95
Herdade das Barradas da Serra - AL	95
Bwala Monte - Hospedaria Turística	90
Albergaria Santa Barbara dos Mineiros	90
Quinta da Fonte	90
No Campo - AL	90
Brejo da Amada	100

**Tabela III.4** - Ponderações atribuídas aos elementos construídos para a localização da ZCR – Modelo de aptidão

Elementos construídos	Ponderação ZCR (0-100)
Hangar	75
Mercado	90
Mercado Municipal	80
Recinto da Feira	90
Estaleiro	75
Salão de Festas de FA	50
Centro Cultural Manuel da Fonseca (ATL)	45
Centro de Convívio de Reformados de FA	35
Casa Povo FA	40
Espaço Ruralidades	40
Centro de Convívio de Abegoaria	35
Asso Socio Cultural Gasparões e Aldeia Rouquenho	30
Polo Anima Aldeia do Rouquenho	40
Polo Animação e Associação Dadores Sangue das Fortes	40
Centro de Recreio e Convívio das Olhas	35
Polo Anima Aldeia Ruins	40
Sociedade Recreativa Aldeia Ruins	30
Recinto Multiusos de Canhestros	50
Centro Cultural de Canhestros	45
Casa de Povo Peroguarda	40
Centro Cultural Alfundão	45

Elementos construídos	Ponderação ZCR (0-100)
Centro de Convívio Reformados Alfundão	35
Centro Cultural de Odivelas	45
Centro de Convívio de Odivelas	35
Centro de Convívio de Idosos Odivelas	35
Salão Festas e Casa Povo de Fig. de Cavaleiros	50
Centro Social de Santa Margarida do Sado	35
Campo de Futebol	75
Campo de Futebol	75
Pavilhão	60
Complexo Desportivo Municipal José Afonso	70
Parque Desportivo Municipal de Grândola	70
Campo de Futebol	75
Campo de Futebol	75
Pavilhão Multiusos	60
Campo de Futebol do Lousal	75
Campo de Futebol	75
Campo de jogos (junto a Mombeja)	75
Estádio Ferreira do Alentejo	80
Parque Jogos Ferreira Alentejo	75
Polidesportivo de Ferreira do Alentejo	70
Pavilhão de Desportos Ferreira Alentejo	60
Campo de Futebol de Ferreira do Alentejo	75
Campo de Futebol de Figueira de Cavaleiros	75
Polidesportivo de Figueira de Cavaleiros	70
Campo de Futebol da Azinheira	75
Polidesportivo de Santa Margarida do Sado	70
Polidesportivo de Canhestros	70
Polidesportivo de Olhas	70
Polidesportivo de Gasparões	70
Campo de Jogos de Peroguarda	75
Polidesportivo de Peroguarda	70
Campo de Jogos de Alfundão	75
Polidesportivo de Alfundão	70
Campo de Jogos de Odivelas	75
Polidesportivo de Odivelas	70
Polidesportivo de Rio de Moinhos	70
Polidesportivo do Torrão	70
Campo de Futebol de Barreira Guedes	75
Campo de Futebol de Vale de Guizo	75
Polidesportivo Municipal de Foros de Albergaria	70
Campo de Futebol de Montevil	75
Polidesportivo Municipal de Montevil	70
Polidesportivo de Palma	70
Campo de Futebol Grupo Desportivo 1 Dezembro	75
Polidesportivo do GDR 1 Dezembro	70
Polidesportivo de Santa Catarina	70
Campo de Futebol de Santa Catarina	75
Campo de Futebol da Barrosinha	75
Polidesportivo Municipal do Bairro do Laranjal	70
Polidesportivo Municipal da Quintinha	70

Elementos construídos	Ponderação ZCR (0-100)
Pavilhão Municipal de Alcácer do Sal	60
Estádio Municipal de Alcácer do Sal	80
Polidesportivo de Alcácer do Sal	70
Campo de Futebol do Bairro de São João	75
Campo de Futebol da Carrasqueira	75
Campo de Futebol da Comporta	75
Polidesportivo da Comporta	70
Polidesportivo do Bairro de São João	70
Centro Infantil Lousal	35
EB1 Lousal	45
JI Azinheira dos Barros	35
EB1/JI Aldeia Nova S. Lourenço	50
EB1 Cadoços	45
Escola Secundaria António Inácio da Cruz	60
Escola Profissional de Desenvolvimento Rural Grândola	55
JI Grândola n2	35
Agrupamento Vertical Escolas Grândola	50
EB1 Grândola	45
JI Grândola	35
Centro de Atividades Ocupacionais	30
Creche e Jardim de Infância de Grândola	35
Cercigrândola	35
EB1/JI Aldeia do Futuro	50
Centro Escolar do Carvalhal	30
Creche do Carvalhal Os Ursitos	35
EB1/JI Agua	50
EB1/JI Ameiras de Cima	50
EB1 Rio de Moinhos	45
JI do Centro Social Rio de Moinhos	35
JI Torrão	35
EB1 Torrão	45
EB2,3 Bernardim Ribeiro	45
EB1 Torrão	45
EB1 Vale do Guizo	45
EB1 do Arez	45
JI Foros da Albergaria	35
EB1/JI Montevil	50
EB1 de Palma	45
EB1 Casebres	45
JI dos Casebres	35
JI Alcácer do Sal	35
JI n1 Alcácer do Sal	35
EB1 Alcácer do Sal	45
EB1 n2 dos Açougues	45
EB1/JI do Morgadinho	50
Escola Secundaria Alcácer do Sal	60
EB 2,3 Pedro Nunes	45
JI Bairro do Olival Queimado	35
EB1 Olival Queimado	45
JI Santa Catarina	35

Elementos construídos	Ponderação ZCR (0-100)
EB1/JI Carrasqueira	45
Jl Comporta	35
EB1 Comporta	45
Jl Odivelas	35
EB1 Odivelas	45
EB1,2 Figueira de Cavaleiros	45
Jl Figueira de Cavaleiros	35
EB1 Figueira de Cavaleiros	45
Centro Infantil Ferreira do Alentejo	35
EB2,3 e Secundaria José Gomes Ferreira	45
EB1 Ferreira do Alentejo	45
EB1/Jl Aldeia de Ruins	50
EB1/Jl Canhestros	50
EB1/Jl Fortes	50
Jl Aldeia do Rouquenho	35
EB1 Gasparões	45
Jl Intenerante Mombeja	35
EB1 Mombeja	45
EB1/Jl Peroguarda	50
EB1/Jl Alfundao	50
Jl Alfundao	35
EB1/Jl Santa Margarida do Sado	50
Jl Santa Susana	35
Parque estacionamento	90
Parque de Campismo Municipal de Alcácer do Sal	70
Parque de Campismo de Melides	70
Parque de Campismo Praia de Galé	70

**Tabela III.5** - Ponderações atribuídas aos elementos construídos para a localização da ZRnM – Modelo de aptidão

Elementos construídos	Ponderação ZRnM (0-100)
Mercado	70
Mercado Municipal	70
Recinto da Feira	60
Estaleiro	20
Salão de Festas de FA	80
Centro Cultural Manuel da Fonseca (ATL)	75
Centro de Convívio de Reformados de FA	65
Casa Povo FA	70
Espaço Ruralidades	70
Centro de Convívio de Abegoaria	65
Asso Socio Cultural Gasparões e Aldeia Rouquenho	60
Polo Anima Aldeia do Rouquenho	70
Polo Animação e Associação Dadores Sangue das Fortes	70
Centro de Recreio e Convívio das Olhas	65
Polo Anima Aldeia Ruins	70
Sociedade Recreativa Aldeia Ruins	60
Recinto Multiusos de Canhestros	80

Elementos construídos	Ponderação ZRnM (0-100)
Centro Cultural de Canhestros	75
Casa de Povo Peroguarda	70
Centro Cultural Alfundão	75
Centro de Convívio Reformados Alfundão	65
Centro Cultural de Odivelas	75
Centro de Convívio de Odivelas	65
Centro de Convívio de Idosos Odivelas	65
Salão Festas e Casa Povo de Fig. de Cavaleiros	80
Centro Social de Santa Margarida do Sado	65
Campo de Futebol	35
Campo de Futebol	35
Pavilhão	50
Complexo Desportivo Municipal José Afonso	45
Parque Desportivo Municipal de Grândola	40
Campo de Futebol	35
Campo de Futebol	35
Pavilhão Multiusos	50
Campo de Futebol do Lousal	35
Campo de Futebol	35
Campo de jogos (junto a Mombeja)	35
Estádio Ferreira do Alentejo	40
Parque Jogos Ferreira Alentejo	30
Polidesportivo de Ferreira do Alentejo	45
Pavilhão de Desportos Ferreira Alentejo	50
Campo de Futebol de Ferreira do Alentejo	35
Campo de Futebol de Figueira de Cavaleiros	35
Polidesportivo de Figueira de Cavaleiros	45
Campo de Futebol da Azinheira	35
Polidesportivo de Santa Margarida do Sado	45
Polidesportivo de Canhestros	45
Polidesportivo de Olhas	45
Polidesportivo de Gasparões	45
Campo de Jogos de Peroguarda	35
Polidesportivo de Peroguarda	45
Campo de Jogos de Alfundão	35
Polidesportivo de Alfundão	45
Campo de Jogos de Odivelas	35
Polidesportivo de Odivelas	45
Polidesportivo de Rio de Moinhos	45
Polidesportivo do Torrão	45
Campo de Futebol de Barreira Guedes	35
Campo de Futebol de Vale de Guizo	35
Polidesportivo Municipal de Foros de Albergaria	45
Campo de Futebol de Montevil	35
Polidesportivo Municipal de Montevil	45
Polidesportivo de Palma	45
Campo de Futebol Grupo Desportivo 1 Dezembro	35
Polidesportivo do GDR 1 Dezembro	45
Polidesportivo de Santa Catarina	45
Campo de Futebol de Santa Catarina	35



Elementos construídos	Ponderação ZRnM (0-100)
Campo de Futebol da Barrosinha	35
Polidesportivo Municipal do Bairro do Laranjal	45
Polidesportivo Municipal da Quintinha	45
Pavilhão Municipal de Alcácer do Sal	50
Estádio Municipal de Alcácer do Sal	40
Polidesportivo de Alcácer do Sal	45
Campo de Futebol do Bairro de São João	35
Campo de Futebol da Carrasqueira	35
Campo de Futebol da Comporta	35
Polidesportivo da Comporta	45
Polidesportivo do Bairro de São João	45
Cemitério Santa Margarida da Serra	100
Cemitério Azinheira Barros e S. Mamede Sadão	100
Cemitério Alcácer Sal	100
Cemitério Torrão	100
Parque estacionamento	40
Casa Mortuária - Santa Margarida do Sado	90
Casa Mortuária - Canhestros	90
Casa Mortuária - FA	90
Casa Mortuária - Alfundão	90
Casa Mortuária - Odivelas	90
Parque de Campismo Municipal de Alcácer do Sal	30
Parque de Campismo de Melides	30
Parque de Campismo Praia de Galé	30
Igreja de Rio de Moinhos	85
Igreja do Cemitério de Torrão	85
Igreja Nossa Senhora da Graça	85
Igreja Nossa Senhora de Albergaria	85
Igreja Nossa Senhora do Monte	85
Igreja de Santa Catarina	85
Igreja Lusitana Católica Apostólica Evangélica	85
Igreja da Misericórdia de Alcácer do Sal	85
Igreja de Nossa Senhora da Consolação	85
Igreja de Montevil	85
Igreja de Monte Novo	85
Igreja de Comporta	85
Igreja de Palma	85
Igreja dos Casebres	85
Igreja de São Jorge	85
Igreja Nossa Senhora da Conceição	85
Maná Igreja Cristã	85
Igreja Evangélica Assembleia de Deus	85
Igreja de Olhas	85
Igreja de Canhestros	85
Igreja Nova Apostólica	85
Igreja de Odivelas	85

**Tabela III.6** - Resumo das ponderações atribuídas aos diversos elementos construídos para o modelo de aptidão

Elementos construídos	Ponderação atribuída a cada zona (0-100)			
	ZCL	ZCAP	ZCR	ZRnM
Alojamentos	100-90	100-90		
Escolas	90-60	90-60	60-30	
Equipamentos desportivos	90-80	90-80	80-60	50-30
Equipamentos sociais	70-50	70-50	50-30	80-60
Estaleiro	70	70	75	20
Feiras e mercados	70-75	70-75	90-80	70-60
Parques de estacionamento	70	70	85	40
Parques de campismo	80-70	80-70	70	30
Hangar			75	
Casas mortuárias				90
Cemitérios				100
Igrejas				85

**Tabela III.7** - Comparação das ponderações atribuídas aos elementos construídos e à COS (2007)

Elementos construídos	Equivalência COS	Ponderação variável (0-100)	Ponderação COS (0-100)	Zona
Escolas		60-30		ZCR
Equipamentos desportivos	Outras instalações desportivas	80-60	80	
Equipamentos sociais	Equipamentos públicos e privados	50-30	50	
Estaleiro	Aeródromo	75	75	
Feiras e mercados	Comércio	90-80	70	
Parques de estacionamento	Parques e jardins	90	85	
Parques de campismo	Parques de campismo	70	70	
Hangar	Aeródromo	75	75	
Alojamentos		100-90		ZCAP/ZCL
Escolas		90-60		
Equipamentos desportivos	Outras instalações desportivas	90-80	80	
Equipamentos sociais	Equipamentos públicos e privados	70-50	50	
Estaleiro	Aeródromo	70	75	
Feiras e mercados	Comércio	70-75	70	
Parques de estacionamento	Parques e jardins	70	85	
Parques de campismo	Parques de campismo	80-70	70	
Equipamentos desportivos	Outras instalações desportivas	50-30	50	ZRnM
Estaleiro	Aeródromo	20	20	
Feiras e mercados	Comércio	70-60	70	
Parques de estacionamento	Parques e jardins	40	40	
Parques de campismo	Parques de campismo	30	30	
Casas mortuárias		90		
Cemitérios	Cemitérios	100	100	
Igrejas		85		
Equipamentos sociais	Equipamentos públicos e privados	80-60	75	